

Aus dem Hygiene-Institut der  
Johannes Gutenberg-Universität Mainz  
Direktor: Prof. Dr. H. Kliewe

DIE BEDEUTUNG DER BALLASTSTOFFE  
=====

BEI DER THERMISCHEN DESINFEKTION  
=====

BAKTERIELL VERUNREINIGTEN WASCHGUTES  
=====

Inaugural-Dissertation  
zur  
Erlangung der Doktorwürde  
der  
Hohen Medizinischen Fakultät  
der  
Johannes Gutenberg-Universität  
Mainz

vorgelegt von  
Wolfgang Koberg  
aus  
Beckum Bez. Münster  
Mainz ~~1959~~ 29.1.1962



Aus dem Hygiene-Institut der  
Johannes Gutenberg-Universität Mainz  
Direktor: Prof. Dr. H. Kliewe

---

DIE BEDEUTUNG DER BALLASTSTOFFE  
=====

BEI DER THERMISCHEN DESINFEKTION  
=====

BAKTERIELL VERUNREINIGTEN WASCHGUTES  
=====

---

Inaugural-Dissertation  
zur  
Erlangung der Doktorwürde  
der  
Hohen Medizinischen Fakultät  
der  
Johannes Gutenberg-Universität  
Mainz

vorgelegt von  
Wolfgang Koberg  
aus

Beckum Bez. Münster

Mainz ~~1961~~ 29. I. 1962





Dekan: Professor Dr. **Dr. K. Lang**

Referent: Priv.-Doz. Dr. E. von Wasielewski

Korreferent: Professor Dr. H. Kliewe



Meinen Eltern



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41554408\\_0074](https://archive.org/details/IA41554408_0074)

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                           | Seite |
|---------------------------------------------------------------------------|-------|
| I. Allgemeiner Teil                                                       | 1     |
| A. Ziel der Desinfektion                                                  | 1     |
| B. Kurzer Überblick über die Geschichte                                   | 1     |
| 1. des Desinfektionswesens                                                | 1     |
| 2. der Wäschedesinfektion                                                 | 2     |
| C. Die Wäsche als Keimüberträger                                          | 3     |
| D. Der Problemkreis des Hospitalismus                                     | 3     |
| E. Die Möglichkeiten der Wäschedesinfektion                               | 5     |
| 1. chemische                                                              | 5     |
| 2. thermische                                                             | 6     |
| a) Vor- und Nachteile                                                     | 6     |
| b) Arten:                                                                 | 7     |
| b <sub>1</sub> ) durch trockene ruhende Hitze                             | 7     |
| b <sub>2</sub> ) durch trockene bewegte Hitze                             | 7     |
| b <sub>3</sub> ) durch siedendes Wasser                                   | 7     |
| b <sub>4</sub> ) durch gesättigten strömenden Wasserdampf                 | 7     |
| b <sub>5</sub> ) durch gesättigten gespannten Wasserdampf                 | 8     |
| 3. chemo - thermische                                                     | 8     |
| F. Arten der zu desinfizierenden Wäschestücke                             | 9     |
| 1. nach dem Ort ihrer Verwendung                                          | 9     |
| 2. nach ihrer Faserstruktur                                               | 10    |
| G. Empfindlichkeit des Waschgutes                                         | 10    |
| 1. chemische                                                              | 11    |
| 2. thermische                                                             | 11    |
| H. Thermoresistenz der abzutötenden Keime                                 | 12    |
| I. Ballaststoffe als Ursache für die Persistenz der Infektionstüchtigkeit | 13    |



|                                                                                                                                                       | Seite          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1. Chemische Natur der Ballaststoffe                                                                                                                  | 13             |
| 2. Entstehung der Ballaststoffe                                                                                                                       | 13             |
| 3. Schutzwirkung der Ballaststoffe                                                                                                                    | 13             |
| K. Desinfektionsverfahren auf der Basis der<br>Aufschließung der Ballaststoffe                                                                        | 14             |
| L. Beiträge aus der Literatur über das<br>Problem                                                                                                     | 15             |
| M. Gegenstand der Untersuchungen durch<br>eigene Versuche                                                                                             | 17             |
| <br>II. Spezieller Teil (Eigene Versuche)                                                                                                             | <br>17         |
| <br>A. Versuche über die Desinfektionswirkung<br>verschiedener Waschverfahren bei bak-<br>teriell und mit Ballaststoffen verunreinig-<br>tem Waschgut | <br><br><br>17 |
| 1. Untersuchungen über Waschverfahren<br>zur thermischen Wäschedesinfektion bei<br>Tuberkulose                                                        | <br>17         |
| a) Versuchsmethodik                                                                                                                                   | 17             |
| a <sub>1</sub> ) Infektion der Wäscheläppchen                                                                                                         | 18             |
| a <sub>2</sub> ) Kontrolle des Infektionsver-<br>mögens der infizierten Stoff-<br>läppchen                                                            | <br>20         |
| a <sub>3</sub> ) Kontrolle der desinfizierenden<br>Wirkung der Waschprozesse                                                                          | 21             |
| 1. Waschprozeß ohne Wasch-<br>mittelzusatz = Aqua - dest. -<br>Kontrolle                                                                              | <br>21         |
| + Vorwäsche                                                                                                                                           | 21             |
| ++ Klarwäsche                                                                                                                                         | 22             |
| +++ Nachspülung                                                                                                                                       | 22             |
| 2. Waschprozeß mit Zusatz von<br>Sunlicht - Stella - Seifen-<br>pulver = Seifen - Kontrolle                                                           | <br>22         |
| 3. Waschprozeß mit Zusatz von<br>Sunex - Fettlöser und Nurple -<br>Seifennadeln (Bereitung A)                                                         | <br>23         |



|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4. Waschprozeß mit Zusatz<br>von Enzym 1500, Olitexol<br>sowie Telaplex und Nurplex -<br>Seifennadeln (Bereitung B)        | 23 |
| + Vorwäsche                                                                                                                | 23 |
| ++ Klarwäsche                                                                                                              | 24 |
| +++ Nachspülung                                                                                                            | 24 |
| b) Methodik bei der Auswertung der<br>Desinfektions - Waschversuche                                                        | 24 |
| c) Ergebnisse der Versuchsserien                                                                                           | 26 |
| c <sub>1</sub> ) Tabellen                                                                                                  | 26 |
| c <sub>2</sub> ) Interpretation der Tabellen                                                                               | 28 |
| 1. Aqua dest. - Kontrolle                                                                                                  | 28 |
| 2. Seifen - Kontrolle                                                                                                      | 29 |
| 3. Bereitung A                                                                                                             | 29 |
| 4. Bereitung B                                                                                                             | 29 |
| + Beitrag aus der Literatur                                                                                                | 30 |
| 5. Beurteilung der Hohnkul-<br>turen von 1. bis 4.                                                                         | 31 |
| c <sub>3</sub> ) Beurteilung der untersuchten<br>Verfahren                                                                 | 32 |
| 2. Untersuchungen über Waschverfahren<br>zur thermischen Desinfektion mit<br>Staphylokokken verunreinigten Wasch-<br>gutes | 33 |
| a) Vorversuch mit Infektion ohne<br>Ballaststoffe                                                                          | 33 |
| a <sub>1</sub> ) Markierung der Stoffprobe                                                                                 | 33 |
| a <sub>2</sub> ) Infektion des Lappchens                                                                                   | 34 |
| a <sub>3</sub> ) Kontrolle der Infektionstüch-<br>tigkeit des Gewebes                                                      | 34 |
| a <sub>4</sub> ) Waschprozeß zur Kontrolle der<br>thermischen Desinfektions-<br>wirkung                                    | 34 |
| a <sub>5</sub> ) Darstellung des Ergebnisses an<br>Hand von Tabellen                                                       | 36 |
| a <sub>6</sub> ) Beurteilung des Desinfektions-<br>erfolges                                                                | 38 |



|                                                                                      | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| b) Infektion mit Zusatz von feuchtem Blut als Ballaststoff                           | 39    |
| b <sub>1</sub> ) Einteilung der Verschmutzungsgrade                                  | 39    |
| b <sub>2</sub> ) Aufteilung des Baumwoll - Gewebes                                   | 40    |
| b <sub>3</sub> ) Bakterielle Verunreinigung der Stoffprobe unter Zusatz von Blut     | 40    |
| b <sub>4</sub> ) Mikroskopische Vorkontrolle des Läppchens auf Infektionstüchtigkeit | 41    |
| b <sub>5</sub> ) Durchführung des Waschverfahrens zum Zwecke der Desinfektion        | 41    |
| b <sub>6</sub> ) Darstellung der Ergebnisse durch Tabellen                           | 42    |
| b <sub>7</sub> ) Diskussion des Abtötungseffektes                                    | 44    |
| c) Infektion mit Zusatz von inkrustiertem Blut als Ballastmaterial                   | 45    |
| c <sub>1</sub> ) Modifikation des Verunreinigungsgrades                              | 45    |
| c <sub>2</sub> ) Sterilisation des benutzten Materials                               | 45    |
| c <sub>3</sub> ) Tabellen zur Demonstration der Resultate                            | 46    |
| c <sub>4</sub> ) Interpretation der Tabellen                                         | 48    |
| d) Infektion eines organischen Wattefaserpfropfes mit Staphylokokken und Blut        | 48    |
| d <sub>1</sub> ) Abänderung der bisherigen Methodik                                  | 48    |
| d <sub>2</sub> ) Tabellarische Darstellung der Ergebnisse                            | 50    |
| d <sub>3</sub> ) Auswertung und Beurteilung der Resultate                            | 50    |
| e) Infektion von organischen Faserpaketen (Wiederholung von d. )                     | 51    |



|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| e <sub>1</sub> ) Weitere Variation der Versuchsanordnung                                                             | 51 |
| e <sub>2</sub> ) Ergebnisse in Tabellenform                                                                          | 52 |
| e <sub>3</sub> ) Besprechung des Desinfektionsresultates                                                             | 52 |
| f) Waschprozeß mit Zusatz von Stella-Seifenpulver (1. Verschmutzungsgrad)                                            | 53 |
| f <sub>1</sub> ) Versuchsanordnung                                                                                   | 53 |
| f <sub>2</sub> ) Darstellung des Ergebnisses an Hand von Tabellen                                                    | 54 |
| f <sub>3</sub> ) Beurteilung des Desinfektionseffektes                                                               | 54 |
| g) Waschprozeß mit Zusatz von Stella - Seifenpulver (3. Verschmutzungsgrad)                                          | 55 |
| g <sub>1</sub> ) Methodik der Infektion des Waschgutes                                                               | 55 |
| g <sub>2</sub> ) Demonstration der Ergebnisse durch Tabellen                                                         | 56 |
| g <sub>3</sub> ) Keimtötungserfolg des Verfahrens                                                                    | 56 |
| h) Waschprozeß mit Zusatz von Sunex - Fettlöser und Nurplex - Seifennadeln (3. Verschmutzungsgrad)                   | 57 |
| h <sub>1</sub> ) Abänderung des Wasch- und Desinfektionsverfahrens                                                   | 57 |
| h <sub>2</sub> ) Ergebnis mit Beurteilung des Desinfektionseffektes                                                  | 58 |
| i) Waschprozeß mit Zusatz von Enzym 1500, Olitexol sowie Telaplex und Nurplex - Seifennadeln (3. Verschmutzungsgrad) | 59 |
| i <sub>1</sub> ) Bedingungen des Burnus-Desinfektions-Waschverfahrens                                                | 59 |
| i <sub>2</sub> ) Resultat und Besprechung der Abtötungswirkung                                                       | 60 |
| i <sub>3</sub> ) Abschließender Hinweis auf das Laboratoriumsergebnis                                                | 60 |



|                                                                                             | Seite |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 3. Mikroskopischer Nachweis von<br>blutinkrustierten Keimen auf und<br>in einer Textilfaser | 60    |
| 4. Darstellung der Versuchsanord-<br>nung und Erläuterung                                   | 63    |
| III. Diskussion                                                                             | 64    |
| IV. Zusammenfassung                                                                         | 66    |
| V. Literatur                                                                                | I     |



Der Sinn einer jeden Desinfektionsmaßnahme liegt in der möglichst frühzeitigen Bekämpfung von Bakterien, Viren oder Protozoen als Erreger von Infektionskrankheiten (54). Dabei ist im Gegensatz zur Sterilisation bei der Entseuchung das Ziel schon dann erreicht, wenn die angegriffenen Mikroorganismen in einen nicht mehr infektionstüchtigen Zustand versetzt werden (35, 56, 69); in den meisten Fällen handelt es sich nämlich um Keime, die keine nachteilige Wirkung auf den befallenen Organismus ausüben können, wenn ihre Vermehrungsfähigkeit unterbunden wird (60).

Die ersten Maßnahmen zur Abtötung von Keimen finden wir bereits im Altertum bei den Ägyptern. Durch zahlreiche Leichenkonservierungen erwarben sie sich ein umfangreiches Wissen, wie man den schädlichen Einflüssen der Mikroorganismen zu begegnen habe, zeigten jedoch kein Interesse, diese Erkenntnisse zum Schutz des lebenden Organismus zu verwenden (66). Den ersten Schritt zur Desinfektion beobachtet man bei den alten Persern, die gesetzlich dazu verpflichtet waren, Trinkwasser in Kupferkesseln zu speichern. Die Erfahrung hatte gezeigt, daß durch diese Vorkehrung, die Zahl der Erkrankungen zurückging. Heute weiß man, daß auf solche Weise behandeltes Wasser bald bakteriostatisch genug ist, um einen Großteil der Keime mit den Folgen einer Darmaffektion an ihrer Vermehrung zu hindern. Auch die Bibel gibt uns Zeugnis von den damals schon ausgearbeiteten Richtlinien für die Entseuchung von Heimen für Lepra- und andere Seuchenkranke. 1365 gab Johannes von Burgund Anweisungen für die Luftdesinfektion in Pestanstalten durch



Verbrennung von Wacholderzweigen. Zur Ausrottung der Beulenpest wurden im Mittelalter die Infektionshäuser mit Schwefeldämpfen ausgeräuchert. - Zu Beginn des 19. Jahrhunderts war es nach einem in England erlassenen Gesetz Vorschrift, die Schlafstätten auf Schiffen häufig mit Kalk anzustreichen und Trinkwasser mit Chlorkalk zu behandeln. Einige Jahre später wurde empfohlen, bei der Autopsie entstandene Wunden des Obduzenten sofort mit Höllenstein auszubrennen (13). Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts schlug SEMMELWEIS Chlor vor, um die an den Händen des Arztes nach einer Sektion haftenden "Leichengifte" zu zerstören. Einige Jahre später bauten nun R. KOCH und L. PASTEUR das Desinfektionswesen weiter aus und schufen die Grundlagen für die modernen Desinfektions- und Sterilisationsverfahren.

Auch die Anfänge der Wäschedesinfektion liegen mehrere tausend Jahre zurück. Bereits damals galt die Forderung, daß nur gesäuberte Wäsche in den Operationsraum gelangen dürfe. HIPPOKRATES spricht von der besonderen Gefahr verunreinigten Verbandsmaterials. 1835 betonte HOLMES (66), daß unmittelbar nach jeder Visite bei einer Patientin mit Kindbettfieber die Oberbekleidung des Arztes desinfiziert werden müsse. Bei der Frakturbehandlung benutzte LISTER ausschließlich vorher entseuchtes Verbandsmaterial; jedoch mußte er bald feststellen, daß die von ihm zur Desinfektion benutzte reine Karbolsäure stark schädigend auf die damals zur Verfügung stehenden Stoffarten wirkte, ein Problem, das in der Folge noch näher beleuchtet werden soll. Die ersten eigentlichen Wäschedesinfektionsversuche wurden 1901 von STEINITZ (84) unternommen. Vorhergehende Experimente weichen



zu stark von unserer heutigen Auffassung über Wäsche-desinfektion ab.

In jüngster Zeit ist die Bedeutung der Wäsche als Keimüberträger stark in den Vordergrund des Interesses gerückt, da man in ihr einen der möglichen Übertragungswege pathogener Keime sieht. Der Grund dafür ist in erster Linie darin zu suchen, daß infolge der Eintrocknung von Speicheltropfen, Blut oder Eiter die unsachgemäße Behandlung derartig infizierter Wäschestücke oft genug eine epidemische Verbreitung des infektiösen Materials zur Folge hatte (82). Beispielsweise werden in Deutschland jährlich etwa 1500 Berufsinfektionen allein an Tuberkulose bei Ärzten, Schwestern und sonstigem Personal beobachtet (41). Besonders gefährlich ist auch der Kontakt bakteriell verunreinigten Waschgutes mit Wunden und Provokationsstellen. Somit liegen die Schwerpunkte der Infektionsübertragung bei der Wäsche, die unmittelbar mit infiziertem Schmutz in Berührung kommt; darunter fallen Windeln, Leibwäsche von Kleinkindern und alten Personen, Taschentücher, Bettwäsche, Ärztekleidung, Operationswäsche und Verbandszeug. Da die infizierte Wäsche wahrscheinlich eine gute Möglichkeit zur Übertragung vegetativer Keime bietet, rückt sie unmittelbar in den Problemkreis des Hospitalismus.

Dieses heute wieder aktuelle und vieldiskutierte Phänomen wird von KIKUTH (34) folgendermaßen definiert: "Mit Hospitalismus meint man in der Klinik erworbene Infekte mit pathogenen Erregern (vorwiegend Staphylococcen), die infolge ungenügender Asepsis auf dem Wege der "cross-infection" verbreitet werden, und durch Auslese primär



Antibiotica - resistenter, virulenter Stämme eine Gefahr zu werden drohen". Durch eine Verschleppung der Keime z. B. über die Abgabe in den Nasen-Rachen-Raum ist es zu einer Vielzahl von Neuinfektionen gekommen. So konnte durch den Phagentest bewiesen werden, daß durch den Kontakt mit zum Teil staphylokokkentragendem Pflegepersonal etwa 5/6 der "keimfrei" eingelieferten Patienten als Keimträger entlassen wurden (34). Als gefährliche Infektionsquellen werden in diesem Zusammenhang auch Wolldecken angesprochen, die durch den einfachen Waschprozeß nicht desinfiziert werden können (33). Das gleiche gilt für die in der Säuglingspflege und bei Operationen gebräuchlichen Gesichtsmasken, die an beiden Oberflächen im allgemeinen Staphylokokken aufweisen (32). Somit ist es nicht verwunderlich, daß auf Säuglingsstationen die Zahl der Staphylokokkeninfektionen in keiner Weise durch das Tragen von Gesichtsmasken herabgesetzt wird (27). Einer der häufigsten Übertragungswege besteht darin, daß ein Träger durch Niesen die Oberfläche seiner Kleidung infiziert, die damit "gewissermaßen die Verladerampe für einen Weiterversand der in der Nasenhöhle laufend produzierten Staphylococcen darstellt" (68). Genau so verhält es sich - jedoch in viel stärkerem Ausmaße - mit den Taschentüchern. Daß die Wäsche als Keimüberträger eine große Rolle spielt, geht aus Untersuchungen von COOK, PARRISH und SHOOTER (13) hervor, nach denen sich die Zahl der Staphylokokkeninfektionen deutlich verringerte, wenn jede Schwester für jedes Neugeborene einen sterilen Kittel benutzte. BRUGSCH (15) sieht daher in der Bekämpfung des Staphylokokken - Hospitalismus nicht ein antibiotisches, sondern ein hygienisches Problem und fordert u. a. eine gründliche Desinfektion jedes bakteriell verunreinigten



Waschgutes. Zur Prophylaxe von Hospitalinfektionen auf geburtshilflichen und Säuglingsstationen schlagen K L I E W E und A L B R E C H T (58) vor, gebrauchte Bettwäsche, Hand- und Taschentücher, Nachthemden, Vorlagen, Babywäsche und Windeln grundsätzlich als infiziert anzusehen und einem entsprechenden Desinfektionsprozeß zu unterwerfen,

Aus der Fülle der bis heute beschriebenen Desinfektionsmöglichkeiten kommen für die Wäsche in erster Linie die chemische, die thermische und die kombiniert chemo-thermische zur Anwendung (44).

Unter den chemischen Entseuchungsmitteln kommen für die Wäschedesinfektion hauptsächlich die Alkalien in Frage. Hier werden wegen ihrer bakteriziden Wirkung besonders Soda- und Seifenlösungen mit hohem Schmutz- und Fettlösungsvermögen empfohlen (56). Da ein Teil der Seifen jedoch die bakterizide Wirkung eines chemischen Desinfektionsmittels vermindern kann, und daß durch die Alkalität die Stoffasern leichter angegriffen werden können, hält K L I E W E (57) die Kombination von Seife und chemischem Entseuchungsmittel für untauglich und schlägt daher die Benutzung seifenfreier Desinfizientien für die Feindesinfektion infizierter Gewebe vor. Über die hauptsächlich für die Feindesinfektion gebräuchlichen Mittel, von denen wir solche auf phenolischer Grundlage, solche auf der Basis der Oberflächenaktivität und die noch aus früherer Zeit stammenden Produkte auf der Grundlage der Sauerstoffwirkung kennen, ist zu erwähnen, daß die Oberflächenaktiva einen sog. hohen Eiweißfehler haben. Das gilt z. B. auch für die quaternären Ammoniumsalze, deren an sich ausgezeichnete Bakterizidie jedoch durch die Anwesenheit von Sputum, Stuhl, Eiter



und Blut stark herabgesetzt wird. Die übrigen Salze entfallen wegen ihrer hohen Toxizität. Bei den Alkoholen hat Äthanol die stärkste keimtötende und vermehrungshemmende Kraft, wirkt aber auf Bakterien nur in feuchtem Milieu (14). Bei einem Teil der chemischen Desinfizientien kommt es durch Eiweißausfällung zu Flecken im Waschgut, die nicht mehr zu entfernen sind, z. B. beim Formalin (65). Aus diesem Grunde wird man nach Möglichkeit auf die Anwendung solcher Mittel für die Desinfektion mit Ballaststoffen verunreinigter Wäschestücke verzichten. Den größten Widerstand setzen die Tuberkelbakterien den chemischen Desinfizientien entgegen, da sie einerseits in sich fett- und wachsartige Substanzen eingelagert haben und sich andererseits unter Normalbedingungen in eiweißhaltigen Medien befinden. Insgesamt kann festgestellt werden, daß die chemischen Mittel heute noch nicht die entscheidende Rolle für die Desinfektion bakteriell verunreinigten Waschgutes spielen. Hinzu kommt, daß die meisten chemischen Mittel die Gewebefasern angreifen und zu hohen Wäscheverlusten führen können.

Im Prinzip beruht die thermische Desinfektion auf der irreversiblen Denaturierung der Eiweiße durch Hitze (56). Ihre Vorteile gegenüber den chemischen Mitteln liegen in der größeren Wirtschaftlichkeit und einfacheren Handhabung. Außerdem hat die Wärme im Gegensatz zur chemischen Keimvernichtung im allgemeinen eine größere Tiefenwirkung und ist deshalb den meisten anderen Mitteln überlegen (20). Weiterhin wird sie in großem Maße den Forderungen der Abwassertechniker gerecht, weil die Abwässer phenolfrei bleiben und damit ihre biologische Reinigung nicht gestört wird. (51). Unterlegen ist die thermische Desinfektion



der chemischen höchstens insofern, als man bei ihr fast immer Apparate benötigt, während die chemischen Mittel, meist einfach in Wasser gelöst, mit der zu desinfizierenden Substanz in Berührung gebracht zu werden brauchen (60).

Es gibt mehrere Möglichkeiten der Keimabtötung durch Wärme. An dieser Stelle sollen nur die für die Wäschedesinfektion infrage kommenden Methoden diskutiert werden (57).

Da man bei der Entseuchung mit trockener ruhender Hitze mit Temperaturen bis zu  $+ 200^{\circ} \text{C}$  arbeiten muß, kommt diese Art nur in den seltensten Fällen für die Entseuchung infizierter Wäsche zur Anwendung.

Anders verhält es sich mit trockener bewegter Heißluft von etwa  $100^{\circ}$ , die speziell für die Desinfektion von Kleidungsstücken gut zu gebrauchen ist. Jedoch werden nur die vegetativen Formen der Mikroorganismen, einschließlich der Tuberkelbakterien, abgetötet. Bei infektiösen Sporen muß man daher auf chemische Mittel oder Dampf zurückgreifen (54).

Die Desinfektion mit siedendem Wasser bleibt auf nicht beschmutzte, waschbare Kleidungsstücke und Bettwäsche beschränkt; allerdings ist ihr Desinfektionseffekt auch nur bedingt zufriedenstellend, wie im folgenden noch besprochen werden soll.

Für nicht wasch- und kochbare Textilien wählt man Apparate mit strömendem Wasserdampf, dessen Wärmeleitvermögen und -kapazität eine gute Keimabtötung zur Folge haben. Die Wirksamkeit dieses Verfahrens hängt im Wesentlichen vom Sättigungsgrad des Dampfes ab.



Eine entscheidende Verbesserung der Desinfektionswirkung erhält man durch Benutzung gespannten Dampfes von  $120^{\circ}$  bzw.  $134^{\circ}\text{C}$ . Daher ist der sicherste Erfolg bei der thermischen Desinfektion durch Verwendung von Autoklaven mit gespanntem gesättigtem Dampf gewährleistet. Allerdings kommt diese Methode wegen des umfangreichen technischen Prozesses nur für einen Teil des bakteriell verunreinigten Waschgutes zur Anwendung, nämlich für Verbandsmaterial und Operationswäsche. Dadurch wurde erreicht, daß die beiden letztgenannten Wäschearten im Problemkreis des Hospitalismus keine Rolle spielen.

Bei der erwähnten kombiniert chemo-thermischen Desinfektion handelt es sich im wesentlichen um Verfahren, deren Bedeutung noch in der Zukunft liegt, deren Notwendigkeit jedoch mit zunehmender Verwendung von Kunstfasern wächst, da ihre Hitzeempfindlichkeit eine entscheidend größere als die der heute noch dominierenden Stoffarten ist. Mit der letzten Methode meine ich in erster Linie chemische Desinfektionsverfahren, deren Wirksamkeit durch leichte Erwärmung bis etwa  $+40^{\circ}\text{C}$  merklich gesteigert wird (80). Die wissenschaftlichen Grundlagen hierfür gehen auf eine vor fast dreißig Jahren erschienene Arbeit von UHLENHUTH, JÖTTEN und HAILER (86) zurück, in der mit aller Deutlichkeit darauf hingewiesen wird, daß die Desinfektionswirkung durch warme Lösungen chemischer Mittel eine wesentlich bessere sei, und daß die damit verbundene Abkürzung der Desinfektionszeit von größter Bedeutung für die Praxis sein dürfte. KLIEWE (54) kommt zu dem Erkenntnis, daß man mit erwärmten schwächeren Lösungen das gleiche Ergebnis erzielen kann wie mit stärkeren Konzentrationen. Das ist besonders für die Fälle von



Bedeutung, bei denen sich die Anwendung stärkerer chemischer Desinfektionslösungen mit Rücksicht auf die labile Faserstruktur des betreffenden Wäschestückes verbietet. WEILAND (91) empfiehlt die Erwärmung einer Lösung aus 0,5 % Lysolin und 0,25 % Gevisol auf  $+ 50^{\circ}\text{C}$  zur chemo-thermischen Desinfektion. Die Vorteile dieses Verfahrens beruhen auf dem guten Schmutzlösungseffekt der Wirtschaftlichkeit, dem geringen Zeitaufwand und der faserschonenden Desinfektionswirkung. Von den Bestandteilen einer Lösung für ein chemo-thermisches Desinfektionsverfahren bezeichnet GARDNER (29) das Jod als den wichtigsten. In einem Modellversuch erreichte er sogar die Sterilisation eines Staphylokokken-infizierten Blutgerinnsels in 30 min bei  $+ 22^{\circ}\text{C}$ . - Zur Gruppe der chemo-thermischen Desinfektionsmaßnahmen können nur bedingt die zur Untersuchung gelangten Verfahren mit den heute gebräuchlichen Waschmitteln gerechnet werden.

Die Arten der zu desinfizierenden Wäschestücke lassen sich nach dem Ort ihrer Verwendung und nach ihrer Faserstruktur unterteilen.

Wie aus dem folgenden leicht zu verstehen sein wird, handelt es sich bei der ersten Kategorie um solche Wäscheteile, die entweder nach der Keimablagerung mit Exkreten des menschlichen Körpers oder sonstigem eiweiß- und fettreichen Schmutz in Berührung kommen, oder die direkt durch infizierte Schmutzpartikel verunreinigt werden. Im ersteren Falle denke man beispielsweise an Taschentücher und die Oberbekleidung von Tuberkulosekranken, die nach der an sich "sauberen" Infektion mit Tuberkelbakterien durch Husten und Niesen (2) durch Ablagerungen von Eiter,



Blut, Sputum etc. eine Einschließung ihrer Keime in ein eiweißhaltiges Medium erfahren. Der andere Infektionsweg wäre z. B. in der Verschmutzung von Windeln (11) oder Unterwäsche mit pathogene Keime enthaltendem Kot zu suchen. Somit handelt es sich bei den für die Wäschedesinfektion infrage kommenden Teilen besonders um Bett- und Leibwäsche, Taschentücher, Handtücher und unter Umständen auch gefährdete Partien der Oberbekleidung.

Nach der Art ihrer Entstehung unterscheiden wir Fasern pflanzlicher, tierischer und künstlicher Herkunft. In der ersten Gruppe finden sich überwiegend Baumwollgewebe, die den Hauptanteil des zu desinfizierenden Waschgutes stellen, da sie mit den heute gebräuchlichen Verfahren am wenigsten angegriffen werden.

Die beiden anderen Arten führen uns direkt zum Problemkreis der Empfindlichkeit des Waschgutes; demnach sind Kunstfasern und solche tierischer Herkunft wie Wolle und Seide besonders gefährdet. Die mit Rücksicht auf die Empfindlichkeit der Wollfaser heute gebräuchlichen Desinfektionsverfahren sind nach Ansicht von BLOWERS (12) nicht imstande, mit Staph. aur. verseuchtes Material zu desinfizieren. So wird selbst ein ausgezeichnetes Desinfektions-Waschverfahren aus wirtschaftlichen Gründen niemals in praxi angewandt werden können, wenn seine Faserbeanspruchung zu einem erheblichen Festigkeitsverlust und Nachlassen der Griffigkeit und des Weißgrades der Wäsche führt (44, 79). Der Verlust des Weißgrades kann durch optische Aufheller in den Geweben oder Desinfektionsmitteln ausgeglichen werden. Jedoch wird dringend von dieser Maßnahme abgeraten, da solche Zusätze oft die Heilungstendenz der Wunden



beeinträchtigen und damit mittelbar den Boden für sekundäre Reinfektionen bereiten (5).

Bei den chemischen Desinfektionsverfahren ergibt sich für den Großteil des bakteriell verunreinigten Waschgutes folgende einfache Alternative. Entweder kommen zur Schonung der Faser niedrig konzentrierte Lösungen zur Anwendung, wobei jedoch der Desinfektionseffekt ein ungenügender wird, oder man benutzt zur Steigerung der Bakterizidie höhere Konzentrationen, die allerdings einen bedeutend größeren Wäscheverschleiß zur Folge haben (4). Diese Tatsache gilt besonders für die Verwendung von Alkalien.

A R Z T (4) ist der Ansicht, daß "bei allen anderen derartigen Desinfektionsmitteln ähnlich geartete Verhältnisse vorliegen". Zu den schon erwähnten nachteiligen Einflüssen der meisten chemischen Desinfektionsmittel kommt noch hinzu, daß auch Reißfestigkeit, Gewicht und Dehnung sich in negativer Weise verändern können. Die Ursache hierfür ist einmal in dem durch Soda bedingten zu hohen pH-Wert der Waschlösungen zu suchen, zum anderen auf übermäßigen Verbrauch von Bleichmitteln zurückzuführen (10).

Daß trotz der angeführten Nachteile beim kombinierten Wasch- und Desinfektionsprozeß niemals auf die chemische Energie verzichtet werden kann, geht aus einer Untersuchungsreihe von W A L T E R (88) hervor, nach der die eigentliche Wascharbeit nur von den Waschmittelmolekülen geleistet werden kann.

Auf der Suche nach einem wirksamen Effekt bei der Aufschließung des eiweiß- und fetthaltigen Schmutzes stößt man zunächst auf das Problem der thermischen



Empfindlichkeit des Waschgutes. Dieses Problem ist nicht einfach dadurch zu umgehen, daß man zugunsten einer ausreichenden Desinfektionswirkung gegebenenfalls eine Schädigung des Desinfektionsgutes in Kauf nimmt (7); die wesentliche Fragestellung bei der Anwendbarkeit einer Desinfektionsmaßnahme richtet sich vielmehr darauf, eine Möglichkeit für die Schmutzlösung bei relativ niedrigen Temperaturen zu finden, da es sonst zu unumgänglichen Einbrennflecken kommt, besonders bei mit Blut, Eiter, Kot und Auswurf verunreinigten Textilien (40). Abgesehen davon kommt aus schon dargelegten Gründen zum Zwecke einer umfangreichen Keimvernichtung der Kochprozeß nur für gröbere Wäsche infrage, während man sich bei Geweben aus empfindlicheren Fasern mit einer relativ kurzen Erhitzung auf  $+ 40 - 50^{\circ}\text{C}$  begnügen muß. Wenn aber die mit Sicherheit keimtötende Autoklavierung der allgemeinen Wäschedesinfektion verschlossen bleibt und man sich auf niedrigere Temperaturen beschränkt, bleibt erfahrungsgemäß die Wäsche zum Teil infektionstüchtig.

Im allgemeinen kann schon bei relativ niedrigen Temperaturen von  $50 - 70^{\circ}\text{C}$  eine sichere Abtötung der pathogenen Bakterien erzielt werden (20). Dabei verhalten sich die Abtötungswerte, d. h. die Thermoresistenzen der Keime, sehr verschieden, je nach der Art der Wärmesterilisation in sog. feuchter oder trockener Form (60). So genügt zur völligen Abtötung von Staphylokokken ein zwei sec dauernder Aufenthalt in Wasser von  $+ 80^{\circ}\text{C}$ . Tuberkelbakterien werden durch fünf sec langes Erwärmen auf  $+ 75^{\circ}\text{C}$  vernichtet. Das Problem bei der Wäschedesinfektion liegt nun darin, daß die Abtötungswerte wesentlich von dem Medium abhängen, in dem die Erwärmung erfolgt, bzw. von der



etwaigen Umhüllung der Keime mit Eiweiß, Fett u. s. w.

(26). Diese Feststellung wurde bestätigt durch neuere, im Robert-Koch-Institut in Berlin durchgeführte Untersuchungen, nach denen oft die in vitro sehr gut wirkenden Desinfektionsmaßnahmen bei ihrer Anwendung in praxi völlig versagten (47). Diese Tatsache beruht im wesentlichen auf Faktoren wie Seifenfehler, Eiweißfehler und schlechte Netzbarkeit (72).

Die Ursache für die Persistenz der Infektionstüchtigkeit ist demnach in der Behaftung und Umkleidung von Bakterien und Viren mit sog. Ballaststoffen zu suchen (48).

Ihrer chemischen Natur nach bestehen solche Substanzen aus Eiweiß, Eiweißspaltprodukten oder Lipoiden. Die in der Hauptsache vorkommenden lang- und verzweigt-kettigen Protein- und Polypeptidmoleküle lassen sich durch Hydrolyse auf fermentativer Basis bis zu den Aminosäure-Bausteinen abbauen (73).

Die Entstehung der Ballaststoffe beruht wahrscheinlich auf der Hydratation und Bildung von Koagula (28). Jedoch ist dieses nur dann möglich, wenn die Anschmutzungen der infektiösen Wäsche aus Haut- und Körperexkreten, wie Sputum, Schweiß, Eiter, Blut etc. bestehen, die einerseits den Nährboden für vegetative Keime darstellen, andererseits aber auch an sich schon keimhaltiges Material sein können.

Warum die Ballaststoffe ihren Einschlußkörpern eine Schutzwirkung gegenüber thermischen Einflüssen gewähren, konnte bis jetzt noch nicht eindeutig geklärt werden. Jedenfalls ist die Thermoresistenz der spez. in eiweißhaltigen Verunrei-



nigungen eingebetteten Bakterien so groß, daß die Abtötungszeiten um mehr als das Zehnfache steigen (43). Die einfachste und einleuchtendste Möglichkeit einer Erklärung ist darin zu suchen, daß die Keime nicht in unmittelbarer Verbindung mit der Wand der Schutzstoffe stehen, sondern durch eine Gasschicht von ihr getrennt werden. Da ja Luft als schlechtester Wärmeleiter bekannt ist, besteht hinreichend die Vermutung, daß durch solche Luftpolster die Bakterien vor der thermischen Vernichtung bewahrt bleiben. Die amerikanische Literatur spricht hier von "kalten Luftinseln" (67). Die weitere Fragestellung richtet sich darauf, wie solche Gashüllen zwischen Keim und Ballastmaterial zustande kommen. Wahrscheinlich handelt es sich um den Austritt des unter Normalbedingungen schon im flüssigen eiweißhaltigen Substrat gelösten Gases, der schon bei Eintrocknung oder leichter Erwärmung erfolgen kann.

Für das an dieser Stelle zu besprechende Problem der Desinfektion bakteriell verunreinigten Waschgutes wird aus praktischen Gründen das zeitliche Zusammenfallen von Waschvorgang und Desinfektion von besonderer Bedeutung sein. Da es sich hierbei nicht nur um infektiöse, sondern gleichzeitig auch verschmutzte Wäschestücke handelt, wird dem zuerst einsetzenden Prozeß der Schmutzlösung ein solcher der Keimabtötung folgen müssen (23). Denn letztere kann, wie im vorhergehenden schon dargestellt wurde, wesentlich leichter erfolgen, wenn die in den meisten Fällen durch Verunreinigungen eingekapselten Keime zunächst von ihrer schützenden Hülle befreit werden. Bei dem Versuch einer thermischen Desinfektion unter relativ niedrigen Temperaturen besteht also die unbedingte Forderung nach einer vorherigen Auflösung der schützenden



Ballaststoffe. Diese Aufgabe wird jedoch nicht erreicht durch den von EYER (25) angegebenen Vorschlag, die Infektionswäsche nach der 1953 üblichen Weise "einzuweichen", um Blut -, Eiter-, Kot- und Sputumflecken herauszulösen. Im Gegensatz dazu erfüllt das vom HARMSSEN und BIEN (3, 39, 42, 44) entwickelte biothermische Desinfektions-Waschverfahren mit Enzym 1500 weitgehend diese Forderung (21). Hiermit werden die Ballaststoffe auf fermentativer Basis bis zu den einzelnen Aminosäuren abgebaut (73, 78, 81). Die ersten Beobachtungen und Untersuchungen gehen nach Aussage von HEERMANN (45, 46) auf RÖHM zurück, der schon 1926 den Gedanken hatte, "die Reinigung, nicht wie sonst, lediglich durch direkte Wasch- oder Waschbleichmittel chemisch-physikalisch zu vollziehen, sondern die Schmutz- und Begleitstoffe derselben durch eine Art "Verdauung" im Waschgut zu eliminieren", sodaß der eigentliche Waschprozeß besonders leicht und mit geringem Aufwand an Waschmitteln und Arbeit sowie unter Schonung der Faser und der Färbungen vonstatten gehen könne.

Die Frage der Aufschließung von Ballaststoffen ist zum Gegenstand einer Reihe von Publikationen geworden. Die ersten wissenschaftlichen Untersuchungen gehen auf UHLENHUTH und Mitarb. (86) zurück, die für den speziellen Fall des tuberkulösen Auswurfes schon vor Jahrzehnten die Voraussetzung für jede sichere Desinfektionswirkung darin sahen, daß entweder die keimtötende Substanz selbst in der Lage ist, die Schleimhüllen zu durchdringen, oder daß dieser durch eine andere Maßnahme der Weg zum "Tuberkelbacillus" geöffnet wird (36). In seinen Untersuchungen über die bakterielle Keimabtötung durch



Wärme konnte KONRICH (60) schon 1938 auf ältere Beobachtungen von FLEISCHER (26), GUTSCHMIDT und CURREN zurückgreifen, nach denen Einhüllungen von Keimen in Eiweiß und Fett eine wesentlich erschwerte Abtötung zur Folge haben, und deren Ergebnisse erneut bestätigen. Im Hinblick darauf hat man die Wäsche in Krankenhäusern einem besonderen Prozeß unterworfen, der sich in Vorwäsche und Klarwäsche gliedert. Für die thermische Desinfektion von Waschflotte und Waschgut spielt nur das Vorwaschen eine Rolle. Hierbei wird die Wäsche zunächst ca. 15-20 min bei  $+ 40^{\circ}\text{C}$  in der laufenden Waschmaschine gehalten; anschließend wird im Ruhezustand die Temperatur schlagartig durch Einleiten von Dampf auf  $+ 85^{\circ}\text{C}$  erhöht. Hierauf wird die Maschine wieder in Gang gesetzt und für weitere 15 min eine Temperatur von  $+ 85^{\circ}\text{C}$  beibehalten (21, 22). PATTEN (zit. 42, 73) sieht die vornehmliche Aufgabe des Vorwaschprozesses darin, eine Lösung der eiweißhaltigen Substanzen, die für die Bakterien eine Schutzhülle darstellen, zu erzielen. Von einer Aufschließung solcher Eiweißmäntel kann jedoch bei den meisten Desinfektions-Waschverfahren nicht gesprochen werden. Gewöhnlich erfährt das Eiweiß nur eine Quellung, besonders nach dem Anheizprozeß. Gerade dadurch aber kommt es zu Eiweißkoagulationen, die dem gegen pathogene Bakterien gerichteten Desinfektionsvorgang entgegenwirken (42). Auch ARZT (3) betont, daß "eine Methode gefunden werden müsse, die es uns erlaubt, die Desinfektionswäsche auf  $+ 80^{\circ}\text{C}$  für eine gewisse Zeit zu erhitzen, ohne daß dabei etwa vorhandene Verschmutzungen durch Eiweißstoffe (Auswurf, Eiter, Blut u. ä.) gerinnen.



Es steht noch die Frage offen, ob die mit Enzym 1500 gewonnenen Ergebnisse auch mit den oberflächenaktiven Stoffen, wie z. B. Sunex-Fettlöser, erzielt werden können. Diese Frage wurde in Verbindung mit der Feststellung der Desinfektionssicherheit der vier gebräuchlichsten Desinfektions-Waschverfahren zum Gegenstand eigener Untersuchungen gemacht. Zu diesem Zweck wurden die entsprechenden Waschverfahren unter gleichen Bedingungen bei verschiedenen Schwierigkeitsgraden daraufhin getestet, inwiefern sie in der Lage waren, eine Desinfektion des

- a) mit Tuberkelbakterien und
- b) mit Staphylococcus pyogenes var. aureus infizierten Waschgutes zu erreichen.

Bei der ersten Untersuchungsserie über die thermische Desinfektion tuberkulös verunreinigten Waschgutes wurde die Wirksamkeit der gebräuchlichsten Desinfektions-Waschverfahren festgestellt, und die Ergebnisse wurden anschließend miteinander verglichen.

Dabei wurde die im folgenden beschriebene Versuchsmethodik angewandt. Insgesamt kamen vier verschiedene Versuchsserien zum Ansatz:

1. Waschprozeß ohne Waschmittelzusatz (= Aqua dest. - Kontrolle).
2. Waschprozeß mit Zusatz von Sunlight - Stella - Seifenpulver (= Seifenkontrolle).
3. Waschprozeß mit Zusatz von Sunex - Fettlöser und Nurplex - Seifennadeln (Bereitung A).
4. Waschprozeß mit Zusatz von Enzym 1500, Olitexol



sowie Telaplex und Nurple-Seifennadeln (Bereitung B).

Die ersten drei der vier Versuchsserien wurden unter völlig gleichen Bedingungen durchgeführt. In der Versuchsserie 4. verfahren wir nach der Vorschrift des Burnus - Waschverfahrens. Für die anschließenden Tierversuche kamen männliche Meerschweinchen im Gewicht von 200 - 250 g zur Verwendung. Für die Versuchsserien wählten wir im einzelnen folgende Methodik.

Der erste Arbeitsgang bestand in der Infektion der Wäscheläppchen. Jedes zur Infektion mit Tuberkelbakterien vorgesehene Stoffläppchen von 5 cm Länge und 4 cm Breite wurde durch Fadenentnahme so markiert, daß vier gleichgroße Sektoren entstanden (s. Abb. 1). Anschließend erfolgte die Infektion der Läppchen durch in Hammelblut suspendierte Tuberkelbakterien.

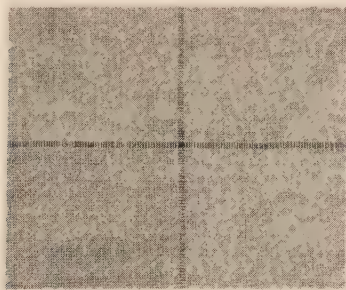


Abb. 1



Diese Suspension wurde durch die Abschwemmung von je zwei vollbewachsenen, 28 Tage alten Hohnkulturen pro 10 ml Vollblut hergestellt. Zur Infektion legte ich die Lämpchen in sterile Petrischalen und tropfte gleichmäßig 10 ml über die Fläche jedes Lämpchens. Zur völligen Durchtränkung blieben diese weitere 15 Std. in der überstehenden Suspension. Danach erfolgte die Übertragung der Lämpchen in neue sterile Petrischalen, worin sie bei + 37°C 1-2 Std. zur leichten Antrocknung belassen wurden. Eine völlige Antrocknung wurde aus folgenden Gründen bewußt vermieden:

1. Nach Vorschrift des "Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose" (22) ist mit Tuberkelbakterien infizierte Wäsche vor jeder Verarbeitung (Abziehen, Ordnen, Transport u. s. w.) anzufeuchten.
2. Völlige Eintrocknung hat mitunter einen gewissen Virulenzschwund der Tuberkelbakterien zur Folge.
3. Tuberkelbakterien werden im feuchten Milieu zumindest bei einigen Verfahren der chemischen Desinfektion schwerer abgetötet, als im trockenen Milieu (39).

Von einer Infektion der Lämpchen durch Tuberkelbakterienhaltiges Sputum, wie sie von JÖTTEN und REPLOH (52) angegeben wird, wurde aus folgenden Gründen Abstand genommen:

1. Bei künstlicher Herstellung eines solchen Tb-haltigen Sputums (Mischung von Kulturbakterien mit Tb-freiem Sputum) ist oft nicht nur die Begleitflora störend, sondern es resultiert unter Umständen eine unregelmäßige Verteilung der Keime pro Volumenanteil Sputum. Dieser Fehler kann bei der Infektion von Stoffflächen zu Fehldeutungen Anlaß geben.



2. In Vollblut suspendierte Tuberkelbakterien sind nach Erfahrungen von LAMMERS (61) schwerer abzutöten als in Sputum.
3. Positives Sputum Tuberkulosekranker beherbergt - bedingt durch die heutige Chemotherapie - oft nur schwach virulente Keime. Die Beschaffung ausreichender, gleichstark infizierter Sputummengen von nicht behandelten Patienten ist schwierig und führt unter Umständen zu Verzögerungen der Untersuchung.

Die nach der oben beschriebenen Methode infizierten Stoffläppchen gelangten zur weiteren Verarbeitung, wie im folgenden beschrieben werden soll.

Zur Kontrolle der Infektionstüchtigkeit der Stoffproben wurde im zweiten Arbeitsgang ein Viertel jeweils eines Läppchens abgeschnitten und in 80 ml Aqua dest. 10 min lang durch Schütteln kräftig gespült. Anschließend wurde dieses 5 cm<sup>2</sup> große Viertel in fünf je 1 qcm große Teile zerschnitten und jedes dieser fünf Teile einem Tier unter die Bauchhaut implantiert, sodaß für jede Stoffprobe ein Kollektiv von fünf Versuchstieren benötigt wurde. Die 80 ml Spülflüssigkeit wurden scharf zentrifugiert (20 min bei 3000 U/min), der Überstand bis auf 7 ml dekantiert, das Sediment in diesen 7 ml resuspendiert und hiervon fünfmal je 1 ml fünf weiteren Tieren in die Leistenbeuge injiziert. Ferner wurden von dem Rest je fünf Hohnkulturen angelegt.

Insgesamt wurden demnach zur Testung des Infektionsvermögens pro Läppchen 10 Tiere infiziert, wobei fünf die entnommenen Stoffstreifen implantiert und fünf die Spülflüssigkeit injiziert bekamen. Darüber hinaus gelangte der Rest der



Spülflüssigkeit zur kulturellen Verarbeitung. Bis zu diesem Arbeitsgang wurden alle vier Versuchsserien gleichartig geführt.

Zur Kontrolle der desinfizierenden Wirkung der Waschprozesse, die wir in Vorwäsche, Klarwäsche und Nachspülung unterteilen, kamen die verbliebenen drei Viertel der infizierten Stoffläppchen nun in die jeweils differierenden Ansätze:

1. Ansatz für die Aqua dest. -Kontrolle.
2. Ansatz für die Seifenkontrolle.
3. Ansatz für die Bereitung A.
4. Ansatz für die Bereitung B.

Im ersten Falle verfahren wir beim Waschprozeß ohne Waschmittelzusatz folgendermaßen:

Zum Zwecke der Vorwäsche wurde eines der Läppchen in einen Kolben mit 300 ml Aqua dest. gegeben und die Bereitung unter ständigem Rühren in 10 min auf  $+ 50^{\circ}\text{C}$  und in weiteren 5 min auf  $+ 85^{\circ}\text{C}$  angeheizt. Diese Temperatur ließen wir 20 min einwirken. Anschließend entnahmen wir das Läppchen und prüften ein weiteres Viertel wie im vorigen Arbeitsgang auf seine Infektionstüchtigkeit (Implantation von fünf je 1 qcm großen Stoffstreifchen). Ferner wurde die Flüssigkeit aus dem Kolben entnommen und ebenfalls entsprechend der obigen Beschreibung auf lebende Tuberkelbakterien geprüft (Injektion von je 1 ml auf fünf Tiere und Verarbeitung des Restes auf Hohnkulturen).



Die nunmehr verbliebenen restlichen Viertel des Stofflappchens wurden in den Klarwaschprozeß gegeben. Das erfolgte in der Weise, daß sie zunächst in einen neuen Kolben gebracht wurden, der 200 ml frisches Aqua dest. von  $+50^{\circ}\text{C}$  enthielt. Unter Rühren wurde in 5 min auf  $+95^{\circ}\text{C}$  angeheizt und diese Temperatur über 10 min konstant gehalten. Darauf kam es zur Entnahme des Lappchens und der Flüssigkeit mit nachfolgender Verarbeitung auf lebende und virulente Tuberkelbakterien nach der gleichen Methodik wie bei der Vorwäsche.

Das letzte Lappchen der infizierten Stoffprobe wurde schließlich fünfmal nachgespült, indem das Lappchen über fünf Petrischalen mit je 20 ml Aqua dest. geführt wurde. Bei der ersten Spülung wurde Wasser mit einer Temperatur von  $+90^{\circ}\text{C}$  verwandt; die Spülzeit betrug 5 min. Die nachfolgenden vier Spülungen waren auf je 3 min festgesetzt und erfolgten in kaltem Wasser von 10 bis  $15^{\circ}\text{C}$ . Im Anschluß an die Spülungen wurde die Stoffprobe, entsprechend den obigen Angaben zerschnitten und Tieren implantiert (fünf mal 1 qcm große Streifen auf fünf Tiere). Die Spülflüssigkeiten wurden zusammengegossen, zentrifugiert, auf 7 ml eingeeengt und ebenfalls auf Tiere und Hohnkulturen verarbeitet (je fünf Tiere und fünf Hohnkulturen).

Der Waschprozeß mit Zusatz von Sunlight-Stella-Seifenpulver (Seifen-Kontrolle) wurde bezgl. der Versuchsanordnung im wesentlichen wie derjenige der Aqua dest. - Kontrolle durchgeführt; es kamen lediglich bei der Vorwäsche 300 ml einer Lösung aus 8 g Stella-Seifenpulver pro 1000 ml Aqua dest. und bei der Klarwäsche 300 ml einer Seifenlauge von 5 g Stella-Seifenpulver pro 1000 ml zur



Verwendung. Der ganze Arbeitsgang wie Rühren, Anheizen, Verarbeiten der Stoffprobe und der Seifenlauge zur Kontrolle auf lebende virulente Tuberkelbakterien war der gleiche wie oben beschrieben. Es war jedoch zur Vermeidung lokaler Gewebsschäden notwendig, daß die Entnahmen von Proben der Seifenlaugen vor der Injektion neutralisiert wurden; die Einstellung erfolgte mit Hilfe von  $n/10$  HCl. Ferner wurden die Probeentnahmen für die Hohnkulturen vor der Aufbringung auf die Kulturen nach der Neutralisation zur Entfernung der Seifenreste gewaschen.

Entsprechend der von der Firma Sunlicht gegebenen Vorschrift wurde der Waschprozeß mit Zusatz von Sunex-Fettlöser und Nurpur - Seifennadeln (Bereitung A) ebenfalls nach der gleichen Versuchsanordnung angesetzt. Zur Vorwäsche verwandten wir 300 ml einer Lauge, die aus 5 g Sunex und 2 g Fettlöser pro 1000 ml Aqua dest. bereitet worden war, und zur Klarwäsche kamen 300 ml einer Lauge aus 2,5 g Sunex und 2,5 g Nurpur-Seifennadeln pro 1000 ml Aqua dest. zur Verwendung. Auch hier blieb der sonstige Arbeitsgang unverändert, einschließlich der verwendeten Tierzahl und der Anzahl der angesetzten Hohnkulturen.

Bei der Versuchsserie über den Effekt des Waschprozesses mit Zusatz von Enzym 1500, Olitexol sowie Telaplex und Nurpur-Seifennadeln (Bereitung B) hielten wir uns an die Vorschrift des Burnus-Waschverfahrens, das jedoch im wesentlichen den oben beschriebenen Versuchsbedingungen entspricht.

Die Vorwäsche wurde in 300 ml einer auf  $+ 37^{\circ}\text{C}$  vorgewärmten Lauge begonnen, die 2 g Enzym 1500 und 1,5 g



Olitexol pro 1000 ml enthielt. Die Anheizzeit auf  $+40^{\circ}\text{C}$  betrug ca. 3 min, die Einwirkzeit (Konstanthaltung der Temperatur auf  $+40^{\circ}\text{C}$ ) betrug 15 min. Dann erfolgte innerhalb von 5 min eine weitere Erhitzung auf  $+85^{\circ}\text{C}$ . Diese Temperatur wurde 15 min beibehalten. Die Stoffprobe wurde anschließend entnommen, ein Viertel abgetrennt und entsprechend den obigen Angaben auf lebende, virulente Tuberkelbakterien untersucht. Ebenso testeten wir die Lauge der Vorwäsche, wie oben beschrieben, im Tier- und Kulturversuch. Vor dem Ansetzen der Klarwäsche wurde die Stoffprobe fünf min lang in sterilem Aqua dest. bei einer Temperatur von  $+50^{\circ}\text{C}$  unter ständigem Rühren gespült (16). Eine Kontrolle auf lebende, virulente Tuberkelbakterien wurde hiernach nicht angesetzt.

Die Klarwäsche führten wir in 300 ml einer Lauge durch, die 3 g Telaplex und 2 g Nurplex-Seifennadeln pro 1000 ml Aqua dest. enthielt. Die Initialtemperatur betrug  $+50^{\circ}\text{C}$ , die Anheizung auf  $+80^{\circ}\text{C}$  erfolgte in 5 min. Unter ständigem Rühren ließen wir die Klarwaschflotte weitere 5 min einwirken. Dann wurde die Lauge abgelassen und ein weiteres Viertel der Stoffprobe sowie der Lauge selbst, wie oben beschrieben, auf Tuberkelbakterien untersucht.

Der Nachspülprozeß wurde nach dem gleichen Verfahren durchgeführt wie bei den anderen Versuchen (s. o.).

Alle in den Versuch genommenen Tiere wurden über eine Zeit von zehn Wochen beobachtet. Innerhalb dieser Zeit gestorbene Tiere wurden seziert und sorgfältig auf Zeichen einer tuberkulösen Erkrankung untersucht. Alle Tiere, die die Beobachtungszeit überlebten, wurden nach Ablauf der



zehn Wochen getötet, seziiert und die Organe ebenfalls auf tuberkulöse Veränderungen geprüft. Bei der Sektion schenkten wir der Injektions-resp. Implantationsstelle und den entsprechenden regionalen Lymphdrüsen besondere Aufmerksamkeit. In jedem positiven Falle wurde der mikroskopische Nachweis von Tuberkelbakterien geführt. Meistens zeigten die positiven Tiere - wie bei der langen Beobachtungszeit zu erwarten war - schon makroskopisch stark tuberkulöse Veränderungen mit Verkäsung der regionalen und paraaortalen Lymphdrüsen und Milzbefall.

Vereinzelte Tiere kamen innerhalb der zehn Wochen infolge anderer, nicht näher untersuchter Erkrankungen ad exitum, ein Faktor, der bei Tierversuchen stets zu berücksichtigen ist. Da in unserem Falle aber fünf Tiere pro Kollektiv zur Verwendung kamen, konnte der Ausfall dieser Tiere vernachlässigt werden.

Eine quantitative Auswertung durch Messung der Absterbezeiten nach der Inokulation des tuberkuloseverdächtigen Materials ist bei der gewählten Tierzahl pro Kollektiv nicht möglich. Es wurde deshalb lediglich eine fixierte Beobachtungszeit von ausreichender Sicherheit gewählt. Tiere, die diese Zeit überlebten und bei der anschließenden Sektion keinerlei Anzeichen einer Tuberkulose erkennen ließen, können als einwandfrei negativ gewertet werden; das inokulierte Material war in diesen Fällen sicherlich hinreichend desinfiziert, d.h. frei von lebenden, virulenten Tuberkelbakterien.

Die Hohnkulturen wurden sechs Wochen bei  $+ 37^{\circ}\text{C}$  bebrütet und anschließend auf Wachstum von Tuberkelbakterien abgelesen.



Die Ergebnisse der vier Versuchsserien sind in den nachstehenden Tabellen 1 - 4 aufgeführt:

Tab. 1

Waschprozeß ohne Waschmittelzusatz  
(Aqua dest. -Kontrolle)

| Kontrolle auf<br>lebende, viru-<br>lente Tuber-<br>kelbakterien | Läppchen-Impl. |   |     |   |   | Wasch= bzw. Spülflüss. |   |   |   |   |              |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|---|-----|---|---|------------------------|---|---|---|---|--------------|---|---|---|---|
|                                                                 | Tier-Nr:       |   |     |   |   | Tier-Nr:               |   |   |   |   | Hohnkulturen |   |   |   |   |
|                                                                 | 1              | 2 | 3   | 4 | 5 | 1                      | 2 | 3 | 4 | 5 | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Vor dem<br>Waschprozeß                                          | +              | + | +   | + | + | +                      | + | + | + | + | +            | + | + | + | + |
| Nach der<br>Vorwäsche                                           | +              | + | +   | + | + | +                      | - | - | - | - | -            | - | v | + | - |
| Nach der<br>Klarwäsche:                                         | -              | - | (+) | + | + | -                      | - | - | - | - | -            | v | - | - | - |
| Nach der<br>Nachspülung                                         | +              | + | (+) | - | - | +                      | + | - | - | - | -            | v | - | - | - |

Zeichenerklärung:

+ = Tier innerhalb der 10-wöchigen Beobachtungszeit an Tuberkulose erkrankt bzw. gestorben (siehe Text).

Bei Hohnkultur: Wachstum von Tuberkelbakterien.

- = Tier innerhalb der Beobachtungszeit nicht erkrankt bzw. bei der anschließenden Sektion keine Anzeichen einer tuberkulösen Erkrankung.

Bei Hohnkultur: kein Wachstum von Tuberkelbakterien.

(+) = Tier innerhalb der Beobachtungszeit an intercurrenter Erkrankung gestorben. Sektionsbefund: keine tuberkulöse Erkrankung.

v = Verunreinigung der Hohnkultur.



Tab. 2

Waschprozeß mit Zusatz von  
Sunlicht - Stella - Seifenpulver  
(Seifen-Kontrolle)

| Kontrolle auf<br>lebende, viru-<br>lente Tuber-<br>kelbakterien | Läppchen-Impl. |     |   |   |   | Wasch= bzw. Spülflüss. |   |     |   |   |              |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|-----|---|---|---|------------------------|---|-----|---|---|--------------|---|---|---|---|
|                                                                 | Tier-Nr:       |     |   |   |   | Tier-Nr:               |   |     |   |   | Hohnkulturen |   |   |   |   |
|                                                                 | 1              | 2   | 3 | 4 | 5 | 1                      | 2 | 3   | 4 | 5 | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Vor dem<br>Waschprozeß:                                         | +              | +   | + | + | + | +                      | + | +   | + | + | +            | v | v | + | + |
| Nach der<br>Vorwäsche:                                          | +              | (+) | + | + | + | +                      | - | (+) | - | - | -            | - | v | - | + |
| Nach der<br>Klarwäsche                                          | -              | -   | - | - | + | +                      | - | -   | - | - | -            | - | - | - | - |
| Nach der<br>Nachspülung                                         | +              | -   | - | - | - | +                      | + | +   | - | - | -            | - | v | - | - |

Zeichenerklärung: s. Tab. 1

Tab. 3

Waschprozeß mit Zusatz von  
Sunex - Fettlöser und Nurple - Seifennadeln  
(Bereitung A)

| Kontrolle auf<br>lebende, viru-<br>lente Tuber-<br>kelbakterien | Läppchen-Impl. |     |   |   |   | Wasch= bzw. Spülflüss. |   |   |   |   |              |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|-----|---|---|---|------------------------|---|---|---|---|--------------|---|---|---|---|
|                                                                 | Tier-Nr:       |     |   |   |   | Tier-Nr:               |   |   |   |   | Hohnkulturen |   |   |   |   |
|                                                                 | 1              | 2   | 3 | 4 | 5 | 1                      | 2 | 3 | 4 | 5 | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Vor dem<br>Waschprozeß                                          | +              | +   | + | + | + | +                      | + | + | + | + | v            | v | + | + | + |
| Nach der<br>Vorwäsche                                           | +              | -   | - | - | - | -                      | - | - | - | - | -            | - | - | v | - |
| Nach der<br>Klarwäsche                                          | -              | (+) | - | - | - | -                      | - | - | - | - | v            | - | - | - | - |
| Nach der<br>Nachspülung                                         | -              | -   | - | - | - | -(+)                   | - | - | - | - | v            | v | - | - | - |

Zeichenerklärung: s. Tab. 1



Tab. 4

Waschprozeß mit Zusatz von Enzym 1500, Olitexol  
sowie Telaplex und Nürpur-Seifennadeln (Bereitung B)

| Kontrolle auf<br>lebende, viru-<br>lente Tuber-<br>kelbakterien | Läppchen-Impl. |   |   |   |     | Wasch- bzw. Spülflüss. |   |   |   |   |              |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|---|---|---|-----|------------------------|---|---|---|---|--------------|---|---|---|---|
|                                                                 | Tier-Nr:       |   |   |   |     | Tier-Nr:               |   |   |   |   | Hohnkulturen |   |   |   |   |
|                                                                 | 1              | 2 | 3 | 4 | 5   | 1                      | 2 | 3 | 4 | 5 | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Vor dem<br>Waschprozeß                                          | +              | + | + | + | (+) | (+)                    | + | + | + | + | +            | + | + | v | + |
| Nach der<br>Vorwäsche:                                          | +              | + | + | + | +   | -                      | - | - | + | - | -            | - | v | v | - |
| Nach der<br>Klarwäsche:                                         | +              | - | - | - | -   | -                      | - | - | - | - | -            | v | - | - | - |
| Nach der<br>Nachspülung:                                        | +              | - | - | - | -   | +                      | - | - | - | - | -            | - | - | v | - |

Zeichenerklärung: s. Tab. 1

Wie aus Tab. 1 - 4 hervorgeht, ist lediglich bei der Berei-  
tung A (s. Tab. 3) (Waschprozeß mit Zusatz von Sunex-Fett-  
löser und Nürpur-Seifennadeln) eine völlige Desinfektion  
der tuberkelbakterienhaltigen Stoffprobe erzielt worden.

Die Aqua dest. - Kontrolle (s. Tab. 1) läßt erkennen,  
daß nach allen Entnahmen an den Läppchen lebende, viru-  
lente Tuberkelbakterien vorhanden waren. Lediglich die ent-  
nommene Probe der Waschflotte nach der Klarwäsche war  
frei von vermehrungsfähigen, virulenten Tuberkelbakterien.  
Die Kontrolle nach der Nachspülung aber zeigte, daß der  
Stoff noch infiziert war und wahrscheinlich beim Abspülen  
virulente Tuberkelbakterien abgab. Dieser Befund steht im  
deutlichen Gegensatz zu einer Behauptung von HEICKEN,  
EFFENBERGER und PATTEN (57), nach der eine zu-  
verlässige Desinfektion auch dann erreicht werden kann, wenn  
das mit Tuberkelbakterien infizierte Waschgut ausschließlich



mit reinem Wasser von + 80°C während 15 min behandelt wird.

Ein ähnlicher Befund ließ sich bei der Seifen-Kontrolle (s. Tab. 2) erheben. Hier enthielten alle Proben noch virulente Tuberkelbakterien. Die Zahl der positiven Tiere ist zwar deutlich vermindert, aber sowohl nach der Klarwäsche als auch nach der Nachspülung erkrankten einige Tiere der Kollektive im Implantations- und Injektionsversuch an Tuberkulose.

Die dritte Versuchsserie (Bereitung A = Waschprozeß mit Zusatz von Sunex-Fettlöser und Nurple-Seifennadeln), deren Ergebnis in der Tab. 3 aufgeführt ist, ließ - wie schon erwähnt - von den durchgeführten Untersuchungen das beste Resultat erkennen. Nach der Vorwäsche waren die Läppchen zwar noch infektionstüchtig, die injizierte Waschlauge hingegen rief bei den Tieren keine tuberkulöse Erkrankung mehr hervor. Nach der Klarwäsche waren lebende, virulente Tuberkelbakterien weder an den Stoffproben noch in der Waschlauge resp. der Spülflüssigkeit nachweisbar, was daraus hervorgeht, daß nach der Implantation der Läppchen und der Injektion der Wasch- und der Spülflüssigkeit kein Tier an Tuberkulose erkrankte. Bei den interkurrent erkrankten und vorzeitig gestorbenen Tieren (nach der Klarwäsche Implantationstier Nr. 2 und nach der Nachspülung Injektionstier Nr. 2) ergab die Sektion keinen Anhalt für tuberkulöse Veränderungen.

Das Burnus-Waschverfahren (Bereitung B = Waschprozeß mit Zusatz von Enzym 1500, Olitexol sowie Telaplex und Nurple-Seifennadeln) brachte überraschenderweise kein vollauf befriedigendes Resultat. Nach der Vorwäsche waren



vier von fünf implantierten Stoffproben noch infektiös-tüchtig; auch die Waschlauge enthielt noch im Tier vermehrungsfähige Tuberkelbakterien. Die entnommenen Proben nach der Klarwäsche zeigten, daß in der Waschlauge virulente Tuberkelbakterien nicht mehr nachzuweisen waren; eine völlige Desinfektion der Lämpchen war aber nicht erreicht worden. Eine der fünf Proben führte nach der Implantation noch zu einer tuberkulösen Erkrankung. Auch wurden bei der Nachspülung lebende, virulente Tuberkelbakterien offenbar vom Stoff abgeschwemmt, wie das positive Tier der entsprechenden Befundserie (Tier Nr. 1, letzte Rubrik) zeigt. Die Zahl der erkrankten Tiere ist gering und liegt unter der der beiden Kontrollen (Aqua dest. - und Seifen-Kontrolle, Tab. 1 und Tab. 2). Dennoch erscheint der Befund nicht ohne Bedeutung, da offensichtlich die Methode, zumindest bei der von mir gewählten laboratoriumsmäßigen Versuchsanordnung, nicht völlig sicher ist.

Es sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß KARHOFF (53), der mit sputuminfizierten Lämpchen das Enzym-Waschverfahren untersuchte und sich für die Methode ausspricht, bei 38 Lämpchenproben ebenfalls einen Versager beobachtete. Obwohl er keine Implantation der Lämpchen durchführte, sondern lediglich die Spülflüssigkeit kulturell und im Tierversuch verarbeitete, wobei stets mehrere Sediment-Proben zusammen je einem Tier injiziert wurden und ferner die Versuche aus verschiedenen Ansätzen stammten, ist der Autor der Ansicht, daß der von ihm erhobene positive Befund - als methodischer Fehler - zu vernachlässigen sei. MARX und BÖGER (65) sind jedoch der Ansicht, daß nachgewiesene Versager weit schwerer bewertet werden müssen, als befriedigende Ergebnisse aus kleinen Versuchsserien, da gerade auf dem Gebiet der thermischen Wäschedesinfektion der



Sicherheitsfaktor von nicht zu unterschätzender hygienischer und finanzieller Bedeutung sei.

Die Hohnkulturansätze aller Versuchsserien sind im Vergleich zu den Tierversuchen deutliche unsicherer im Ergebnis (63). Andererseits besteht der Vorteil von Kulturen auf festen Nährböden gegenüber dem leistungsfähigeren Tierversuch darin, daß sich die gewachsenen Kolonien auszählen lassen und man damit eine quantitative Angabe über die nicht-abgetöteten Tuberkelbakterien machen kann (49).

Die Proben vor dem Waschprozeß sind zwar regelmäßig positiv, aber schon bei den Entnahmen nach der Vorwäsche zeigen nur noch die Hohnkulturen der beiden Kontrollversuche (Aqua dest. - Kontrolle und Seifen-Kontrolle) den Gehalt an lebenden Tuberkelbakterien an und auch da nur je eine von fünf Kulturen. Alle übrigen Hohnkulturen weisen kein Wachstum von Tuberkelbakterien auf. Da bei den Hohnkulturansätzen nur die Waschlaugen bzw. die Spülflüssigkeiten und nicht die Lappchen selbst zur Anwendung gekommen waren, ist das Ergebnis schon etwas unsicher. Unabhängig davon aber konnte ich immer wieder beobachten, daß der Tierversuch dem Kulturverfahren beim Nachweis vom vermehrungsfähigen Tuberkelbakterien überlegen ist.

In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß LANGE (63) die Ursache für die verhältnismäßig zahlreichen "Verunreinigungen" der Nährböden und ebenso für die interkurrenten Todesfälle der Versuchstiere darin sieht, daß im Verarbeitungsmaterial zusätzlich immer noch reichliche Mengen von Begleitbakterien, z. T. Sporenbildnern, denen gegenüber die HCl-Behandlung versagt, vorhanden sind (69).



Die angewandte Methodik hat den Unsicherheitsfaktor, der im wesentlichen aus der Auswertung von Nachkulturen resultiert, insofern berücksichtigt, als das Hauptgewicht auf die Tierversuche gelegt wurde. Die Beweiskraft der Tierversuche bei den negativen Resultaten und der darauf begründeten Aussage über die desinfizierende Wirkung der Verfahren (Zufallsbedingtheit des Resultats) ist abhängig von der Zahl der gewählten Stichproben. Diese konnte in unserem Falle nicht erhöht werden, da nach Abschluß eines jeden Waschvorganges ein Viertel des gesamten Waschgutes verarbeitet wurde. Eine Erhöhung der Stichprobenzahl wäre nur durch mehrfache Wiederholung der gesamten Versuchsserie möglich gewesen; diese war jedoch aus praktischen Gründen nicht durchführbar. Eine Erhöhung der gewählten Tierzahl pro Kollektiv hätte wahrscheinlich eine größere Sicherheit gegeben, obwohl die Implantation von fünf mal 1 qcm großen Stoffstreifen (also  $1/5$  der Probe) schon eine hinreichende Sicherheit gewährleistet, besonders da diese in der Diagonalen entnommen wurden.

Die vorliegenden Ergebnisse wurden unter laboratoriums-mäßigen Bedingungen gewonnen. Sie sprechen dafür, daß im Falle der mit Tuberkelbakterien infizierten Wäsche eine erfolgreiche thermische Wäschedesinfektion mit Hilfe der Verfahren 3 und 4 (Waschprozeß mit Zusatz von Sunex-Fettlöser und Nurple-Seifennadeln und biothermisches Desinfektions-Waschverfahren unter Zugabe von Enzym 1500, Olitexol, Telaplex und Nurple-Seifennadeln) möglich ist. Dabei scheint die Bereitung A sogar, wie auf Grund der obigen Beobachtungen geschlossen werden kann, der Bereitung B gegenüber bei der thermischen Desinfektion tuberkulös verunreinigten Waschgutes eine größere Sicherheit zu gewährleisten. Dennoch dürfen die in vitro gewonnenen



Ergebnisse nicht kritiklos auf die Gegebenheiten der Praxis übertragen werden. Die beiden zuerst untersuchten Waschverfahren (Aqua dest. - Kontrolle und Seifen - Kontrolle) sind für den hier geforderten tuberkulösen Verschmutzungsgrad jedoch abzulehnen.

Im zweiten Teil der vorliegenden Arbeit soll auf Versuche mit Staphylokokken - infizierter Wäsche eingegangen werden. Hierbei wurde ebenfalls die Wirksamkeit der schon genannten vier bekanntesten Desinfektions-Waschverfahren überprüft. Als bakterielles Testobjekt diente der *Staphylococcus pyogenes* var. *aureus* - Stamm S.G. 511, da in den meisten Fällen bei der Prüfung von Desinfektionsverfahren Staphylokokken verwandt werden (19). Dieses ist damit zu erklären, daß von allen vegetativen Mikroorganismen Tuberkelbakterien und Staphylokokken die größte Widerstandskraft gegenüber der thermischen Entseuchung zeigen. Jedoch wurden die Untersuchungen nicht mit der gleichen, konsequenten Versuchsanordnung durchgeführt wie im Tuberkulosestest, sondern es erfolgten vielfache Modifikationen im Hinblick auf die Methodik und den bakteriellen Verschmutzungsgrad.

Im ersten Falle wurde ein 3 x 4 cm großes Baumwollgewebe ohne optische Aufheller mit einem einfachen Kugelschreiber so aufgeteilt, daß vier Rechtecke von je 2 cm Länge und 1,5 cm Breite mit gleicher Beteiligung von Läppchenzentrum und -peripherie entstanden. Da in späteren Versuchen stärkste Verschmutzungsgrade angewandt wurden,



mußte aus Gründen der Sichtbarkeit auf die Markierung durch Fadenentnahme allgemein verzichtet und ein Kugelschreiber verwandt werden, dessen Schreibmasse durch keinen der vier Waschprozesse in ihrer Deutlichkeit beeinträchtigt wurde.

Hierauf kam es zur Infektion des Läppchens in einer Petrischale mit einer Staph. aureushaltigen Bouillon, die durch mehrfaches Überimpfen (pro Tag einmal) einer Reinkultur gewonnen worden war. Das so verunreinigte Gewebe wurde fünf min luftgetrocknet.

Im folgenden Arbeitsgang wurde das Läppchen auf seine Infektionstüchtigkeit geprüft. Zu diesem Zwecke schnitten wir, wie angegeben, mit einer sterilen Schere ein 3 qcm großes Rechteck aus der gesamten Stoffprobe heraus und legten es in eine keimfreie Petrischale. Der so gewonnene Anteil wurde nach dem gleichen Prinzip in 3 Stoffläppchen von 0,75 qcm, 0,75 qcm und 1,5 qcm Größe getrennt. Von diesen gelangte das größere Stück auf eine mit Blut-Agar ausgegossene, getrocknete und sterile Petrischale, während die beiden kleineren, gleichgroßen Stoffproben auf zwei Reagenzgläser verteilt wurden, die vorher mit einer sterilen Nährbouillon beschickt worden waren.

Die restlichen 9 qcm des infizierten Baumwollstoffes gaben wir in einen Kolben, der mit sterilem Leistungswasser auf insgesamt 400 ml aufgefüllt war. Vor dem Einbringen des Stoffes hatte die Waschflüssigkeit bereits eine Temperatur von  $+40^{\circ}\text{C}$  erreicht. Diese Temperatur blieb, durch ein Kontaktthermometer kontrolliert, 15 min konstant, wobei der Inhalt des Kolbens durch ein Rührwerk mit 230 U/min in dauernder



Bewegung gehalten wurde. Nach dieser Zeit entnehmen wir dem Waschgefäß durch eine zweite, mit einem sterilen Glasrohr ausgekleidete Öffnung, das Wäschestück in seiner Gesamtheit. Zu diesem Zweck bedient man sich am besten einer in der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde benötigten Broncho-Ösophagoskopie-Zange. Die entnommene Wäscheprobe gelangte dann vorläufig auf eine sterile Schale, wo erneut eine 3 qcm große Fläche abgeschnitten wurde. Diese 3 qcm wurden dem oben für die Infektionskontrolle schon angegebenen Arbeitsgang unterworfen, wobei 1,5 qcm auf eine Blutplatte und 2 x 0,75 qcm in je eine Bouillon gelangten. Nach der Verarbeitung wurden Bouillonon wie auch Kulturplatten sofort in einen Brutschrank gestellt und bei einer konstanten Temperatur von  $+37^{\circ}\text{C}$  aufbewahrt. Weiterhin untersuchte ich bei der ersten Unterbrechung des Waschprozesses nicht nur das infizierte Waschgut sondern auch die Flotte auf vermehrungsfähige Staphylokokken. Hierfür wurde in zwei mit etwa 10 ml Bouillon angefüllte, sterile Reagensgläser je 1 ml Flotte von  $+40^{\circ}\text{C}$  gegeben und diese bebrütet. Außerdem wurde die Waschflüssigkeit mit sterilen Platinösen auf sechs Sektoren einer Blutplatte ausgestrichen und ebenfalls in den Brutschrank gegeben. Die restlichen 6 qcm Wäscheprobe gaben wir nach der Abtrennung sofort wieder mit Hilfe steriler Instrumente in den Kolben zurück, um sie dann dem weiteren Waschprozeß zu unterwerfen. Dieser bestand darin, daß der bisher mit einem Heizpilz (s. Abb. 3) erwärmte Kolben aus der Heizvorrichtung herausgenommen wurde und ohne Temperaturverlust in ein Wasserbad von  $85^{\circ}\text{C}$  getaucht wurde. Dieser Wärme paßt sich der Kolbeninhalt nach ca. 8 min an. Dann wurde - immer unter stetigem Rühren - der Waschprozeß weitere 5 min bei  $+85^{\circ}\text{C}$  in



Gang gehalten. Hier kam es wieder zu einer Unterbrechung zum Zwecke der Infektionskontrolle von Wäsche und Flotte in der oben angegebenen Weise. Anschließend setzten wir das thermische Desinfektionsverfahren unter gleichen Bedingungen fort, bis das bakteriell verunreinigte Waschgut insgesamt 15 min auf  $+ 85^{\circ}\text{C}$  gehalten worden war. Hiermit wurde der Prozeß abgeschlossen, und die entsprechenden Substanzen nahmen erneut ihren Weg über die Infektionskontrolle.

Der Übersichtlichkeit halber soll das aus vorstehend genannter Untersuchungstechnik gewonnene Ergebnis zunächst an Hand einer Tabelle demonstriert werden, bevor die Resultate miteinander verglichen werden und der Desinfektionseffekt beurteilt wird.

Tab. 5

Waschprozeß ohne Waschmittelzusatz mit Staph. - infizierter.  
Wäsche ohne Ballaststoffe

|                               | <u>Wäsche</u> |   |   | <u>Flotte</u> |   |   |
|-------------------------------|---------------|---|---|---------------|---|---|
|                               | Bouillon      |   |   | Bouillon      |   |   |
|                               | Kult.         | 1 | 2 | Kult.         | 1 | 2 |
| Vor dem<br>Waschproz. :       | +             | + | + | -             | - | - |
| Nach<br>15 min $40^{\circ}$ : | +             | + | + | +             | + | + |
| Nach<br>5 min $85^{\circ}$ :  | -             | - | - | -             | - | - |
| Nach<br>15 min $85^{\circ}$ : | -             | - | - | -             | - | - |

Zeichenerklärung:

+ = Nährmedium nach 20-stündigem Aufenthalt im Brut-



schränk stark mit Staph. pyog. aur. bewachsen.

- = Kein Wachstum von Staphylokokken.

Die Bewachsung der verwandten Blutplatten konnte in allen angegebenen Fällen makroskopisch mit Sicherheit festgestellt werden. Die Beurteilung der Nährbouillonon mit bloßem Auge wurde durch folgende Maßnahmen unterstützt und gesichert:

1. Von dem Inhalt der Reagenzgläser wurden je drei mikroskopische Präparate angefertigt und mit Methylenblau (40, 78) gefärbt. Das Ergebnis der anschließenden Betrachtung ist aus Tab. 6 ersichtlich.
2. Mit steriler Platinöse wurden je bebrüteter Bouillon zwei fraktionierte Ausstriche auf Blut-Agar hergestellt und weitere 20 Stunden im Brutschrank belassen. Das Resultat zeigt Tab. 6

Tab. 6

Mikroskopische und kulturelle Untersuchung der Bouillonon  
von Tab. 5

a) vor dem Waschprozeß:

|         |              | <u>Mikroskop. Präp.</u> |          |          | <u>Frakt. Ausstr.</u> |          |
|---------|--------------|-------------------------|----------|----------|-----------------------|----------|
|         |              | <u>1</u>                | <u>2</u> | <u>3</u> | <u>1</u>              | <u>2</u> |
| Wäsche: | Bouillon I.  | +                       | +        | +        | +                     | +        |
|         | Bouillon II. | +                       | +        | +        | +                     | +        |
| Flotte: | Bouillon I.  | -                       | -        | -        | -                     | -        |
|         | Bouillon II. | -                       | -        | -        | -                     | -        |

Zeichenerklärung: s. Tab. 5



b) nach einer Waschzeit von 15 min bei + 40°C:

|         |              | <u>Mikroskop. Präp.</u> |   |   | <u>Frakt.</u> | <u>Ausstr.</u> |
|---------|--------------|-------------------------|---|---|---------------|----------------|
|         |              | 1                       | 2 | 3 | 1             | 2              |
| Wäsche: | Bouillon I.  | +                       | + | + | +             | +              |
|         | Bouillon II. | +                       | + | + | v             | +              |
| Flotte: | Bouillon I.  | +                       | + | + | +             | +              |
|         | Bouillon II. | +                       | + | + | +             | +              |

Zeichenerklärung: s. Tab. 5

v = Verschmutzung der Kultur durch  
Sporenbildner und etwaige Überwach-  
sung der Staphylokokken.

c) nach einer Waschzeit von 5 min bei + 85°C:

|         |              | <u>Mikroskop. Präp.</u> |   |   | <u>Frakt.</u> | <u>Ausstr.</u> |
|---------|--------------|-------------------------|---|---|---------------|----------------|
|         |              | 1                       | 2 | 3 | 1             | 2              |
| Wäsche: | Bouillon I.  | -                       | - | - | -             | v              |
|         | Bouillon II. | -                       | - | - | -             | -              |
| Flotte: | Bouillon I.  | -                       | - | - | -             | -              |
|         | Bouillon II. | -                       | - | - | v             | -              |

Zeichenerklärung: s. Tab. 6 b

d) nach einer Waschzeit von 15 min bei + 85°C:

Gleiches Ergebnis wie Tab. 6 c.

Zusammenfassend kann zur Beurteilung des Desinfektionser-  
folges durch einen Waschprozeß in sterilem Leitungswasser  
ohne Zusatz gesagt werden, daß bakteriell verunreinigtes  
Waschgut ohne Verschmutzungen durch eiweiß- oder fetthal-  
tige Ballaststoffe durch ein einfaches Waschverfahren von ver-



mehrfachfähigen Styphykokken befreit wird, wenn das Gewebe 5 min in Wasser von + 85°C gehalten worden ist. Die Infektionstüchtigkeit der Stoffprobe vor der Desinfektionsmaßnahme geht aus den Tabb. 5 und 6 a hervor. Wenn die Temperatur der Waschflotte 5 min lang 85°C betragen hatte, war kein lebender und vermehrfähiger Keim mehr nachzuweisen.

In dem nun folgenden Versuch soll der Desinfektionseffekt des gleichen Waschverfahrens wie unter 2. a) an einem ebenfalls mit Staph. pyog. aur. infizierten Stoffläppchen geprüft werden, das jedoch zusätzlich mit Blut verunreinigt ist.

An dieser Stelle soll zunächst die von uns willkürlich vorgenommene Wahl und Einteilung der Verschmutzungsgrade durch Ballaststoffe, die im wesentlichen aus Eiweißen und ihren Spaltprodukten bestanden, näher erläutert werden.

In den Laboratorien der Seifenindustrie versteht man unter dem 1. Verschmutzungsgrad eine einfache Dreierkomponente von Schmutzarten. Der 2. und 3. Grad beziehen sich auf komplizierte Schmutzgemische (Viel-Komponenten) und staubhaltige Verunreinigungen (85). In unserem Falle soll der Zusatz "1., 2. oder 3. Verschmutzungsgrad" folgendes bedeuten:

- I. : Das infizierte Stoffläppchen ist mit einer Kombination von Staphylokokken und angetrocknetem Blut verunreinigt.
- II. : Das gesamte Gewebe (I. ) wurde zusätzlich mit sterilisiertem Eiter übergossen und zwei Stunden luftge-



trocknet.

III. : Das nach II. behandelte Baumwollgewebe wurde außerdem stark mit sterilisiertem Kot und einem Albumin-Lecithin-Aqua dest. -Gemisch verunreinigt und 12 std im Brutschrank getrocknet.

Die Aufteilung des Baumwollgewebes wurde im Prinzip vorgenommen, wie unter 2. a) beschrieben; jedoch mußte für den in diesem Versuch eventuell notwendigen Nachspülprozeß eine zusätzliche Wäscheprobe eingeteilt werden. Da hierdurch andererseits die Zahl der Entnahmen auf fünf stieg, mußte auf die gleichmäßige Beteiligung der Einzelabschnitte am Zentrum und an der Peripherie des infizierten Lappchens verzichtet werden. Somit wurde für den ganzen Untersuchungsgang ein Gewebestück von 5 cm Länge und 3 cm Breite gewählt, das in der angegebenen Weise in 5 Streifen von je 1 x 3 cm unterteilt wurde.

Zum Zwecke der bakteriellen Verunreinigung der Stoffprobe wurde der im Vorversuch a) benutzte Staphylokokkenstamm S.G. 511 weitergezüchtet, indem neue sterile Bouillonon mit dem Inhalt der alten überimpft und zusätzlich mit dem Keimmaterial der Kulturplatten angereichert wurden. Nachdem diese bakterienhaltigen Nährlösungen 12 Std. im Brutschrank gestanden hatten, wurden sie in sterile Zentrifugenröhrchen gegeben. Nach dem Verschuß haben wir diese 10 min lang scharf zentrifugiert und im Anschluß daran den Bouillonüberschuß bis auf einen Spiegel von 3 mm über dem Sediment dekantiert. Hierauf wurde der Staphylokokkensatz in der verbliebenen Restbouillon resuspendiert. Die so gewonnene Keimsuspension wurde mit 4 ml gerinnungsunfähigen Blutes versetzt. Zu diesem Zwecke punktierten wir unter sterilen Kautelen



das Herz von 4 ausgewachsenen, eben getöteten Mäusen und vermengten das Blut mit 1 ml Natrium citr. Mit dem nun hochkonzentrierten Staphylokokken-Blut-Gemisch wurde die Stoffprobe in einer Petrischale übergossen und mechanisch in innige Verbindung mit dem infektiösen Material gebracht. Die notwendige Rekalzifizierung des Blutes erfolgte durch Zugabe von 0,8 ml Calciumchlorid.

Nach einer nur kurze Zeit währenden sterilen Lufttrocknung wurde für eine Vorkontrolle auf Infektionstüchtigkeit des Waschgutes eine Spur des Gewebes nach der schon angegebenen Methode mikroskopisch untersucht. Hierbei zeigte sich, daß der mit Methylenblau gefärbte Ausstrich vom Belag des Stoffes intensiv mit Staphylokokken angereichert war.

Nachdem das Waschgut bis zu diesem Arbeitsgang eine andere Bearbeitung als im Vorversuch erfahren hatte, konnte der Waschprozeß mit der gleichen Methodik, wie unter 2. a) angegeben, durchgeführt werden. Der einzige Unterschied bestand noch darin, daß - wie aus den folgenden Tabellen ersichtlich ist - bei den kritischen Entnahmezeitpunkten von 5 min bzw. 15 min bei  $+ 85^{\circ}\text{C}$  und für das Nachspülen häufigere Stichproben gemacht wurden.

An folgenden Tabellen sollen die Ergebnisse in der bekannten Weise aufgezeigt werden:



Tab. 7

Waschprozeß ohne Waschmittelzusatz mit Staph. -infizierter  
Wäsche (1. Verschmutzungsgrad)

|              | <u>Wäsche</u> |   |   |   |          |   |   |   | <u>Flotte</u> |   |   |   |          |   |   |   |
|--------------|---------------|---|---|---|----------|---|---|---|---------------|---|---|---|----------|---|---|---|
|              | Kultur        |   |   |   | Bouillon |   |   |   | Kultur        |   |   |   | Bouillon |   |   |   |
|              | 1             | 2 | 3 | 4 | 1        | 2 | 3 | 4 | 1             | 2 | 3 | 4 | 1        | 2 | 3 | 4 |
| Vor dem      |               |   |   |   |          |   |   |   |               |   |   |   |          |   |   |   |
| Waschprozeß: | +             | + | + | + | +        | + | + | + | -             | - | - | - | -        | - | - | - |
| Nach         |               |   |   |   |          |   |   |   |               |   |   |   |          |   |   |   |
| 15 min 40°C: | +             | + | ø | ø | +        | + | ø | ø | +             | + | ø | ø | +        | + | ø | ø |
| Nach         |               |   |   |   |          |   |   |   |               |   |   |   |          |   |   |   |
| 5 min 85°C:  | -             | - | - | - | -        | - | - | - | -             | v | ø | ø | -        | - | ø | ø |
| Nach         |               |   |   |   |          |   |   |   |               |   |   |   |          |   |   |   |
| 15 min 85°C: | -             | - | - | - | -        | - | - | - | -             | v | ø | ø | -        | - | - | - |
| Nach dem     |               |   |   |   |          |   |   |   |               |   |   |   |          |   |   |   |
| Nachspülen:  | -             | - | + | - | +        | - | - | - | -             | - | ø | ø | -        | - | ø | ø |

Zeichenerklärung: s. Tab. 6 b

ø = Untersuchung nicht durchgeführt.

Die Beurteilung der Bouillonon erfolgte in Tab. 7 makrosko-  
pisch und wurde zur Sicherung einer weiteren mikroskopischen  
und kulturellen Kontrolle in der angegebenen Weise unterzo-  
gen. Diese Ergebnisse sind in nachstehenden Tabellen auf-  
geführt:



Tab. 8

Mikroskopische und kulturelle Untersuchung der Bouillon  
von Tab. 7

a) nach einer Waschzeit von 5 min bei + 85<sup>0</sup>C:

|          |               | <u>Mikroskop. Präp.</u> |          |          | <u>Frakt.</u> | <u>Ausstr.</u> |
|----------|---------------|-------------------------|----------|----------|---------------|----------------|
|          |               | <u>1</u>                | <u>2</u> | <u>3</u> | <u>1</u>      | <u>2</u>       |
| Wäsche:  | Bouillon I.   | +                       | -        | -        | -             | -              |
|          | Bouillon II.  | -                       | -        | -        | -             | -              |
|          | Bouillon III. | -                       | -        | -        | v             | -              |
|          | Bouillon IV.  | -                       | -        | -        | -             | -              |
| Flotte : | Bouillon I.   | -                       | -        | -        | -             | -              |
|          | Bouillon II.  | -                       | -        | -        | v             | -              |
|          | Bouillon III. | -                       | -        | -        | v             | v              |
|          | Bouillon IV.  | ø                       | ø        | ø        | ø             | ø              |

Zeichenerklärung: s. Tab. 7

b) nach einer Waschzeit von 15 min bei + 85<sup>0</sup>C:

|          |               | <u>Mikroskop. Präp.</u> |          |          | <u>Frakt.</u> | <u>Ausstr.</u> |
|----------|---------------|-------------------------|----------|----------|---------------|----------------|
|          |               | <u>1</u>                | <u>2</u> | <u>3</u> | <u>1</u>      | <u>2</u>       |
| Wäsche:  | Bouillon I.   | -                       | -        | -        | -             | -              |
|          | Bouillon II.  | -                       | -        | -        | v             | -              |
|          | Bouillon III. | -                       | -        | -        | v             | -              |
|          | Bouillon IV.  | -                       | -        | -        | -             | -              |
| Flotte : | Bouillon I.   | -                       | -        | -        | -             | v              |
|          | Bouillon II.  | -                       | -        | -        | -             | -              |
|          | Bouillon III. | -                       | -        | -        | -             | -              |

Zeichenerklärung: s. Tab. 7



c) nach dem Nachspülprozeß:

|         |               | Mikroskop. Präp. |   |   | Frakt. | Ausstr. |
|---------|---------------|------------------|---|---|--------|---------|
|         |               | 1                | 2 | 3 | 1      | 2       |
| Wäsche: | Bouillon I.   | -                | - | - | -      | -       |
|         | Bouillon II.  | -                | - | - | v      | v       |
|         | Bouillon III. | -                | - | - | -      | -       |
|         | Bouillon IV.  | -                | - | - | -      | -       |
| Flotte: | Bouillon I.   | -                | + | - | v      | -       |
|         | Bouillon II.  | -                | - | - | -      | -       |
|         | Bouillon III. | -                | - | - | -      | -       |
|         | Bouillon IV.  | -                | - | - | -      | v       |

Zeichenerklärung: s. Tab. 7

Die Beurteilung des Desinfektionserfolges wird im vorliegenden Falle durch zwei den Erwartungen widersprechende Resultate erschwert. Da der Abtötungseffekt des Verfahrens selbst bei infizierter Wäsche vom 1. Verschmutzungsgrad im allgemeinen der gleiche wie im Vorversuch ist und damit als ausreichend bezeichnet werden kann, ist das Ergebnis dieses Versuchs zweifelhaft. Es handelt sich um die Tatsache, daß einerseits trotz des Sterilbleibens der Kontrollkulturen bei 5 min + 85°C und 15 min + 85°C nach dem Nachspülen plötzlich kulturell und mikroskopisch Staphylokokken nachgewiesen wurden und daß andererseits das erste Präparat der "Wäsche-Bouillon I." (Tab. 8 c) ebenfalls Keime erkennen läßt. Diese Beobachtungen geben zu der Vermutung Anlaß, daß in Blut inkrustierte Bakterien u. U. einen 15 min dauernden Waschprozeß bei + 85°C überleben können. Ob das tatsächlich der Fall ist, soll durch die folgende Untersuchungsserie unter geringfügig erschweren Bedingungen nachgeprüft werden.



Bei dem Versuch das zuletzt erwähnte unsichere Ergebnis zu festigen, wählten wir folgende Modifikation im Verunreinigungsgrad des Waschgutes.

An Stelle der bisher nur leicht angetrockneten und daher noch relativ feuchten Läppchen, wurde jetzt ein solches genommen, das nach der Infektion und Verschmutzung vier Stunden lang bei  $+ 37^{\circ}\text{C}$  im Brutofen getrocknet worden war. Im übrigen arbeiteten wir unter den gleichen sterilen Bedingungen.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, daß sämtliche Gegenstände und Substanzen, mit denen das Waschgut in Berührung kam, vorher mit dem von LAMMERS und GEWALT (59, 62) entwickelten Sterilisationsverfahren keimfrei gemacht worden waren. Dieses bietet die Möglichkeit, mit gasförmigem Äthylenoxyd bei 6 atü und  $+ 35^{\circ}\text{C}$  auf trockenem Wege in 30 min in jedem Falle eine völlige Keimfreiheit zu erzielen, was auch daraus hervorgeht, daß der Großteil der benutzten Agar- und Blutkulturen frei von Sporenbildnern war.

Die Infektiositätskontrollen und der Desinfektions-Waschprozeß wurden unter den gleichen Bedingungen wie bei 2. b) durchgeführt.

Aus folgenden Tabellen ist das Desinfektionsresultat ersichtlich:



Tab. 9

Waschprozeß ohne Waschmittelzusatz mit Staph. aur. -  
infiziertem Waschgut  
(1. Verschmutzungsgrad, erschwerte Bedingung)

|              | <u>Wäsche</u> |   |   |   |          |   |   |   | <u>Flotte</u> |   |   |   |          |   |   |   |
|--------------|---------------|---|---|---|----------|---|---|---|---------------|---|---|---|----------|---|---|---|
|              | Kultur        |   |   |   | Bouillon |   |   |   | Kultur        |   |   |   | Bouillon |   |   |   |
|              | 1             | 2 | 3 | 4 | 1        | 2 | 3 | 4 | 1             | 2 | 3 | 4 | 1        | 2 | 3 | 4 |
| Vor dem      |               |   |   |   |          |   |   |   |               |   |   |   |          |   |   |   |
| Waschprozeß  | +             | + | ø | ø | +        | + | ø | ø | -             | ø | ø | ø | -        | - | ø | ø |
| Nach         |               |   |   |   |          |   |   |   |               |   |   |   |          |   |   |   |
| 15 min 40°C: | +             | + | ø | ø | +        | + | ø | ø | v             | + | ø | ø | +        | + | ø | ø |
| Nach         |               |   |   |   |          |   |   |   |               |   |   |   |          |   |   |   |
| 5 min 85°C:  | -             | v | ø | ø | -        | - | ø | ø | -             | - | ø | ø | -        | - | ø | ø |
| Nach         |               |   |   |   |          |   |   |   |               |   |   |   |          |   |   |   |
| 15 min 85°C: | -             | - | - | - | -        | - | ø | ø | -             | - | ø | ø | -        | - | ø | ø |
| Nach dem     |               |   |   |   |          |   |   |   |               |   |   |   |          |   |   |   |
| Nachspülen:  | -             | - | ø | ø | -        | - | ø | ø | -             | - | ø | ø | -        | - | ø | ø |

Zeichenerklärung: s. Tab. 7

Auch in diesem Falle wurde zur Sicherung des Ergebnisses in der üblichen Weise verfahren, die Bouillonon einer weiteren mikroskopischen und kulturellen Auswertung zu unterziehen.

Die folgenden Tabellen zeigen das Ergebnis.



Tab. 10

Mikroskopische und kulturelle Untersuchung der  
Bouillonen von Tab. 9

a) nach einer Waschzeit von 5 min bei + 85°C:

|         |              | <u>Mikroskop. Präp.</u> |   |   | <u>Frakt.</u> | <u>Ausstr.</u> |
|---------|--------------|-------------------------|---|---|---------------|----------------|
|         |              | 1                       | 2 | 3 | 1             | 2              |
| Wäsche: | Bouillon I.  | -                       | - | - | v             | -              |
|         | Bouillon II. | -                       | - | - | -             | -              |
| Flotte: | Bouillon I.  | -                       | - | - | v             | v              |
|         | Bouillon II. | -                       | - | - | -             | -              |

Zeichenerklärung: s. Tab. 7

b) nach einer Waschzeit von 15 min bei + 85°C:

|         |              | <u>Mikroskop. Präp.</u> |   |   | <u>Frakt.</u> | <u>Ausstr.</u> |
|---------|--------------|-------------------------|---|---|---------------|----------------|
|         |              | 1                       | 2 | 3 | 1             | 2              |
| Wäsche: | Bouillon I.  | -                       | - | - | -             | -              |
|         | Bouillon II. | -                       | - | - | -             | -              |
| Flotte: | Bouillon I.  | -                       | - | + | -             | -              |
|         | Bouillon II. | -                       | - | - | v             | -              |

Zeichenerklärung: s. Tab. 7



c) nach dem Nachspülen:

|         |              | Mikroskop. Präp. |   |   | Frakt. | Ausstr. |
|---------|--------------|------------------|---|---|--------|---------|
|         |              | 1                | 2 | 3 | 1      | 2       |
| Wäsche: | Bouillon I.  | +                | + | - | -      | -       |
|         | Bouillon II. | -                | - | - | -      | -       |
| Flotte: | Bouillon I.  | -                | - | - | -      | -       |
|         | Bouillon II  | -                | - | - | -      | -       |

Zeichenerklärung: s. Tab. 7

Auch im vorliegenden Wiederholungsversuch wird das eindeutige Desinfektionsergebnis durch drei positive Keimkontrollen eingeschränkt. In diesem Falle konnten in zwei mikroskopischen Präparaten von der Bouillon I. der Stoffprobe Staphylokokken nachgewiesen werden. Ebenso enthielt eine Flottenentnahme nach einer Waschdauer von 15 min bei  $+ 85^{\circ}\text{C}$  noch mikroskopisch nachweisbare Keime. Bei der von uns vorgenommenen Keimeinsaat (s. S. 41) spricht ein mikroskopischer Nachweis von Bakterien in einer Probeentnahme von der Größe einer Öse dafür, daß eine Keimvermehrung stattgefunden hat.

Um zu einer befriedigenden Aussage zu kommen, sollen im nächsten Versuch die der thermischen Desinfektion entgegenwirkenden Ursachen durch eine weitere Variation gesteigert werden.

Im vierten Untersuchungsgang kam es zu vielfachen Abänderungen der bisherigen Methodik. So wurde als unmittelbares Infektionsobjekt von Baumwollgewebe Abstand genommen und Watte, wie sie zum Stopfen von Reagenzgläsern benötigt wird,



benutzt. Denn die Tatsache, daß pathogene Mikroorganismen an organischen Unterlagen haften, beeinträchtigt schon den Zutritt und damit die Wirkung eines Desinfektionsverfahrens (43). Die bakterielle Durchdringung dieser Substanz konnte auf folgendem Wege erreicht werden:

Zunächst wurde ein großes Zentrifugenröhrchen mit 20 ml einer schon stark angereicherten Staphylokokkenbouillon gefüllt. In die obere freie Partie brachten wir die Watte, ohne sie jedoch mit einer Stecknadel zu retinieren. Hierdurch wurde beim folgenden Zentrifugieren der dichte Filz an den Boden des Zentrifugenröhrchens geschleudert. Darauf wurde die Rotationszahl der Zentrifuge auf dreitausend Umdrehungen pro Minute gesteigert, sodaß die Keime in der überstehenden Bouillon als relativ leichteres Zentrifugat mit großer Kraft in den Wattebausch hineingepreßt wurden. Als Ausgangspunkt für die Ballaststoffe diente bei der Weiterverarbeitung ein in bekannter Weise präpariertes, jedoch unmarkiertes Leinenläppchen. Dieses wurde in 5 ml Menschenblut getränkt, und dann wie eine Paketumhüllung mit sterilem Zwirn fest um den infizierten Pfropf gewickelt und gebunden. Da wir die Befürchtung hatten, daß die Blutgerinnung durch den unzerstörten Komplementanteil des Blutes beeinträchtigt werden würde, haben wir diesen thermolabilen Faktor durch halbstündiges Erhitzen auf  $+ 56^{\circ}\text{C}$  außer Funktion gesetzt. Weil es in diesem Versuch nur darauf ankommen sollte, das Verhalten der so gesicherten Keime bei einer Erwärmung auf  $+ 85^{\circ}\text{C}$  über 15 min zu beobachten, wurden nach diesem Prozeß Proben von Faserwatte, Leinen und Flotte auf Agarplatten und in Agar-Traubenzucker-Bouillon geprüft. Die Anzahl der Stichproben ist aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich:



Tab. 11

Waschprozeß ohne Waschmittelzusatz mit Staph. aur. -  
infiziertem Waschgut  
(1. Verschmutzungsgrad, schwerste Bedingung)

nach einer Waschzeit von 15 min bei 85°C:  
 -----

|                 | Kulturplatten |   |   |   | Bouillonen |   |   |
|-----------------|---------------|---|---|---|------------|---|---|
|                 | 1             | 2 | 3 | 4 | 1          | 2 | 3 |
| Watte           | +             | - | + | + | +          | + | + |
| Leinenlappchen: | -             | v | v | - | -          | - | - |
| Flotte          | -             | - | - | - | -          | - | - |

Zeichenerklärung: s. Tab. 6 b

Eine Bestätigung der makroskopischen Beurteilung der Bouillon-  
 nen mit Fasern aus dem eingewickelten Wattepfropf als In-  
 halt findet sich in folgender Übersicht:

Mikroskopische und kulturelle Untersuchung der Watte -  
Bouillonen aus Tab. 11

|               | Mikroskop. Präp. |   |   | Frakt. | Ausstr. |
|---------------|------------------|---|---|--------|---------|
|               | 1                | 2 | 3 | 1      | 2       |
| Bouillon I.   | +                | + | - | v      | +       |
| Bouillon II.  | +                | + | + | +      | +       |
| Bouillon III. | +                | - | + | +      | +       |

Zeichenerklärung: s. Tab. 6 b

Aus den beiden vorstehenden Tabellen ist zu erkennen, daß  
 die mit geronnenem Blut umkleideten und an den organischen



Fasern haftenden Staphylokokken durch die angewandte Hitze-Desinfektionsmaßnahme keine Abtötung erfahren haben. Das Resultat konnte durch die Beobachtung unter dem Mikroskop und die Weiterbebrütung auf Agar-Platten erhärtet werden. Hieraus läßt sich ableiten, daß sehr schwere Verunreinigungen mit organischem Material die infektionstüchtige Substanz an dichten Geweben vor der normalerweise ausreichenden Desinfektionstemperatur zu schützen vermögen.

Da sich die letztgenannte Methodik zur Prüfung der Desinfektionstüchtigkeit des einfachen thermischen Waschprozesses bewährt hatte, wurde diese Versuchsanordnung für einen neuen Testversuch im wesentlichen beibehalten. Jedoch wurde im vorliegenden Falle die Zahl der organischen "Faserpakete" von eins auf fünf heraufgesetzt, um durch größere Stichprobenzahl zu einem beweiskräftigeren Ergebnis zu gelangen. Die Methodik der Versuchsanordnung wich nur insofern ab, als die nach bereits geschildertem Verfahren zunächst unter unsterilen Bedingungen hergestellten Waschobjekte dreißig Minuten lang mit dem Äthylenoxydverfahren (59, 62) keimfrei gemacht wurden. Die Infektion erfolgte mit einem Gemisch aus inaktiviertem Hammelblut, Natrium citricum und einer hochkonzentrierten S.G. 511 - Bouillon, das mit einer Fischer-Spritze in die Wattepfropfe injiziert wurde. Danach wurde die Rekalzifikation des Blutes durch Zusatz von  $\text{CaCl}_2$ -Lösung auf gleichem Wege erreicht. Die damit gebrauchsfähigen fünf Watteballen wurden dem üblichen Waschprozeß unterworfen. Dieser wurde mit einer viertelstündigen konstanten Erhitzung des gesamten Kolbeninhaltes abgeschlossen. Nach dieser thermischen Desinfektionsmaßnahme warfen wir jedes Wattefaserbündel unter sterilen Bedingungen in



je einem mit 80 ml keimfreier Nährbouillon gefüllten Er-lenmeyer-Kolben und stellten diesen nach dem Verschlie-ßen in den Brutschrank.

Die vor und während der Waschzeit vorgenommenen Kontrollen der Flotte auf Staphylokokken zeigten eindeu-tig die erwarteten Ergebnisse: Vor dem Einbringen des infektiösen Material war die Flotte absolut keimfrei; nach einer Erwärmung von 15 min auf + 40°C ließen sich massen-haft pathogene Keime nachweisen.

Folgende Tabelle zeigt die Resultate der vorstehenden Un-tersuchung:

Tab. 13

Wirkung des thermischen Desinfektionswaschverfahrens  
ohne Zusatz chemischer Mittel auf bakteriell verunreinigte,  
organische Fasern

|               | Mikroskop. Präp. |   |   | Frakt. |   | Ausstr. |
|---------------|------------------|---|---|--------|---|---------|
|               | 1                | 2 | 3 | 1      | 2 | 3       |
| Bouillon I.   | +                | + | + | +      | + | +       |
| Bouillon II.  | -                | - | - | -      | - | -       |
| Bouillon III. | -                | - | - | -      | v | -       |
| Bouillon IV.  | -                | - | - | -      | - | -       |
| Bouillon V.   | -                | - | - | v      | - | -       |

Zeichenerklärung: s. Tab. 6 b

Zum Verständnis und zur Beurteilung der vorstehenden Tabelle muß gesagt werden, daß die Ergebnisse nicht unter gleichen Bedingungen gewonnen wurden. Die Bouillon Nr. I.



wurde nämlich nicht wie es in den übrigen Fällen geschah, mit dem noch fest verpackten "Wattepaket" beschickt, sondern es wurden vor der Eingabe die Zwirnsfäden steril gelöst und das Substrat entzupft. Ob jedoch das vorliegende Ergebnis mit diesem Eingriff zu erklären ist, wurde nicht nachgewiesen. Jedenfalls zeigt der Versuch, daß der einfache thermische Desinfektionswaschprozeß mit klarem Wasser nicht sicher in der Lage ist, mit Staphylokokken infiziertes und mit Blut als Ballaststoff verunreinigtes Waschgut unter schweren Bedingungen keimfrei zu machen.

Nachdem durch vorstehende Versuche gezeigt werden konnte, daß der thermische Wasch-Desinfektionsvorgang infektionstüchtiges Material übrig läßt, gingen wir auf den Seifen-Waschprozeß mit Zusatz von Stella-Seifenpulver über.

Die Infektionsmethodik wurde dahingehend variiert, daß ein Wattepfropf mit hochkonzentrierter Staphylokokken-Nährbouillon geimpft und mit inaktiviertem, 24 Std. - altem Hammelblut übergossen wurde. Das so bakteriell verunreinigte und mit Blut als Ballaststoff vom Verschmutzungsgrad I. beschmierte Waschgut trockneten wir nur 5 min an der Luft bei Zimmertemperatur. Die Waschflotte wurde derart bereitet, daß zu 400 ml sterilem Leitungswasser 3,2 g Stella-Seifenpulver gegeben wurde. In dieser Lösung durchlief die infektiöse Substanz den allen Versuchen gemeinsamen Wasch- und Desinfektionsprozeß. Jedoch wurde auch in diesem Falle auf das Nachspülen verzichtet, da diesem Vorgang aus verständlichen Gründen keine desinfizierende Wirkung beigemessen werden kann.



Die wie üblich vorgenommene Leerkontrolle der Waschlauge vor dem Waschbeginn entsprach mikroskopisch und kulturell den Anforderungen.

Tab. 14

Waschprozeß unter Zusatz von Stella-Seifenpulver  
(1. Verschmutzungsgrad)

|                    | <u>Waschgut</u>     |   |                 |   |   |   | <u>Flotte</u> |   |                 |   |
|--------------------|---------------------|---|-----------------|---|---|---|---------------|---|-----------------|---|
|                    | <u>Kulturplatte</u> |   | <u>Bouillon</u> |   |   |   | <u>Platte</u> |   | <u>Bouillon</u> |   |
|                    | 1                   | 2 | 1               | 2 | 3 | 4 | 1             | 2 | 1               | 2 |
| Vor dem            |                     |   |                 |   |   |   |               |   |                 |   |
| Waschprozeß:       | ø                   | ø | ø               | ø | ø | ø | -             | - | -               | - |
| Nach               |                     |   |                 |   |   |   |               |   |                 |   |
| 15 min bei + 85°C: | -                   | v | -               | - | - | - | -             | - | -               | - |

Zeichenerklärung: s. Tab. 7

Tab. 15

Mikroskopische und kulturelle Untersuchung der Bouillon  
aus Tab. 14 nach 15 min + 85°C

|         |               | <u>Mikroskop. Präp.</u> |   |   | <u>Frakt.</u> | <u>Ausstr.</u> |
|---------|---------------|-------------------------|---|---|---------------|----------------|
|         |               | 1                       | 2 | 3 | 1             | 2              |
| Wäsche: | Bouillon I.   | -                       | - | - | -             | -              |
|         | Bouillon II.  | -                       | - | - | v             | -              |
|         | Bouillon III. | -                       | - | - | -             | v              |
|         | Bouillon IV.  | -                       | - | - | -             | -              |
| Flotte: | Bouillon I.   | -                       | - | - | v             | v              |
|         | Bouillon II.  | -                       | - | - | -             | -              |

Zeichenerklärung: s. Tab. 6 b

Obwohl im Rahmen des letztgenannten Versuches für die Kontrollen sowohl durch Agar-Platten als auch durch Traubenzucker-Bouillon das faserige Waschgut zerzupft



worden war, kann ein absolut sicherer Desinfektions-effekt beobachtet werden. Allerdings erstreckt sich der Erfolg dieses Desinfektionsverfahrens nur auf Verunreinigungen vom ersten Verschmutzungsgrad. Daher wurden im nächsten Versuch die Bedingungen für die thermische Desinfektion dadurch erschwert, daß durch relativ große Mengen von verschiedenen Ballaststoffen der Weg für die Hitze zu den pathogenen Bakterien schwieriger zugänglich wird.

Im zweiten Untersuchungsgang über die desinfizierende Wirkung des thermischen Waschprozesses unter Zugabe von 8 g Stella-Seifenpulver pro 1 000 ml Flotte wurde als keimhaltiges Waschobjekt ein fünf mal vier cm großes Baumwollgewebe gewählt. Dieses Stoffläppchen tränkten wir mit dem in der üblichen Weise in Hammelblut resuspendierten Staphylokokken-Sediment und beließen es zur leichten Antrocknung 10 min bei Zimmertemperatur in einer sterilen Petrischale. Danach erfolgte die Verschmutzung dritten Grades mit Ballaststoffen, indem wir ein mit Äthylenoxyd-keimfrei gemachtes Gemisch von 1 g Kot, 1,2 g Eiter und 2 g Albumin-Lecithin mechanisch in innige Verbindung mit dem infizierten Baumwollläppchen brachten. Das so bakteriell und mit Ballaststoffen verunreinigte Waschgut stellten wir zur intensiven Trocknung in einen Brutschrank und hielten es 24 Std. bei  $+ 37,8^{\circ}\text{C}$ .

Hierauf wurde das Waschgut dem gleichen Stella-Seifenpulver-Waschprozeß übergeben, wie er unter f) beschrieben ist. Außer den Leerwertkontrollen beschränkten sich auch hier die Entnahmen auf den Abschluß des thermischen Waschverfahrens nach einer Zeit von 15 min bei einer Temperatur von  $+ 85^{\circ}\text{C}$ . Das Ergebnis ist aus den folgenden



Tabellen ersichtlich.

Tab. 16

Waschprozeß unter Zusatz von Stella-Seifenpulver  
(3. Verschmutzungsgrad)

|                             | <u>Waschgut</u>     |   |   |                 |   |   | <u>Flotte</u> |   |                 |   |
|-----------------------------|---------------------|---|---|-----------------|---|---|---------------|---|-----------------|---|
|                             | <u>Kulturplatte</u> |   |   | <u>Bouillon</u> |   |   | <u>Platte</u> |   | <u>Bouillon</u> |   |
|                             | 1                   | 2 | 3 | 1               | 2 | 3 | 1             | 2 | 1               | 2 |
| Vor dem<br>Waschprozeß.     | +                   | + | ø | +               | + | ø | -             | ø | -               | ø |
| Nach<br>15 min bei + 85° C: | +                   | + | + | +               | + | + | -             | - | -               | - |

Zeichenerklärung: s. Tab. 6 b

Tab. 17

Mikroskopische und kulturelle Untersuchung der Bouillonen  
von Wäsche und Flotte aus Tab. 16 nach 15 min + 85° C

|                      | <u>Mikroskop. Präp.</u> |   |   | <u>Frakt.</u> |   | <u>Ausst.</u> |
|----------------------|-------------------------|---|---|---------------|---|---------------|
|                      | 1                       | 2 | 3 | 1             | 2 | 3             |
| Bouillon I.          | +                       | + | + | +             | + | +             |
| Wäsche: Bouillon II. | +                       | + | + | +             | v | v             |
| Bouillon III.        | +                       | + | + | +             | + | +             |
| Flotte: Bouillon I.  | -                       | - | - | v             | - | -             |
| Bouillon II.         | -                       | - | - | -             | - | -             |

Zeichenerklärung: s. Tab. 6 b

In dem vorliegend aufgezeichneten Wiederholungsversuch unter schwierigsten Bedingungen der Verunreinigung mit Ballaststoffen zeigt sich, daß sich der Desinfektionserfolg im Vergleich zu den Tab. 14 und 15 verschlechtert hat.



In diesem Falle ist ein negativer Keimtötungseffekt zu beobachten. Sämtliche Stichproben des Waschgutes weisen selbst bei einer Temperatureinwirkung von  $+ 85^{\circ}\text{C}$  nach 15 min noch vermehrungsfähige Staphylokokken auf. Das ausnahmslos schlechte Resultat wirkt um so erstaunlicher, als im Seifen-Waschversuch kein einziger Versager nachzuweisen war. Das aus den Tabbb. 16 und 17 resultierende Ergebnis läßt den Schluß zu, daß die aus Blut, Eiter, Kot, Albumin und Lecithin bestehenden Ballaststoffe eine umfassende Schutzwirkung auf die eingebetteten Staphylokokken ausüben.

Im weiteren Untersuchungsgang soll nun festgestellt werden, ob der Waschprozeß mit Zusatz von Sunex-Fettlöser und Nurple-Seifennadeln eine größere Desinfektionskraft gegenüber bakteriell verunreinigtem Waschgut vom III. Verschmutzungsgrad aufweist.

Die Markierungs-, Infektions- und Waschmethodik blieb dabei unverändert. Um die Beschreibung der hier benutzten Anleitung für das Sunlicht-Desinfektions-Waschverfahren nicht zu wiederholen, sei auf die entsprechende Darstellung auf Seite 23 verwiesen. Demnach unterteilt sich der nächste Waschprozeß in eine Vor- und Klarwäsche. Auf das Nachspülen wurde auch in dieser Versuchsserie verzichtet. Die Kontrollentnahmen liegen am Schluß der Vor- bzw. der Klarwäsche. Eine Infektiositätskontrolle wurde in der bisher vorgenommenen Weise vor dem Waschen durchgeführt.



Die zusammenfassende Darstellung einer Tabelle soll eine Beurteilung des gewählten Desinfektions-Waschverfahrens erlauben.

Tab. 18

Waschprozeß mit Zusatz von Sunex-Fettlöser und Nurple-Seifennadeln (3. Verschmutzungsgrad)

|                      | Wäsche        |   |   |          |   |   | Flotte |   |   |          |   |   |
|----------------------|---------------|---|---|----------|---|---|--------|---|---|----------|---|---|
|                      | Kulturplatten |   |   | Bouillon |   |   | Platte |   |   | Bouillon |   |   |
|                      | 1             | 2 | 3 | 1        | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 | 1        | 2 | 3 |
| Nach der Vorwäsche:  | v             | - | - | -        | - | - | -      | - | v | -        | - | - |
| Nach der Klarwäsche: | -             | - | - | -        | - | - | v      | - | - | -        | - | - |

Zeichenerklärung: s. Tab. 6 b

Auf die Wiedergabe einer zusätzlichen Tabelle über das Ergebnis der kulturellen und mikroskopischen Verarbeitung der entsprechenden Bouillonon kann verzichtet werden, da sie ohne Abweichungen eine Bestätigung des in Tabelle 18 dargestellten Ergebnisses bringen würde.

Zur Beurteilung des zuletzt untersuchten Waschverfahrens kann gesagt werden, daß ein Unterschied zwischen der bakteriziden Wirkung des Stella-Seifenverfahrens und der einer Sunex-Fettlöser-Wäsche besteht, wenn es sich um bakteriell verunreinigtes Waschgut handelt, das mit Ballaststoffen vom III. Grade verunreinigt wurde. Im vorliegenden Falle war bereits nach der Vorwäsche eine völlige Keimabtötung auf der ganzen untersuchten Fläche des Wäscheläppchens zu beobachten. Auch die anschließende intensivere



Beobachtung der entsprechenden Bouillonkulturen konnte dieses Resultat nicht verändern.

Zum Abschluß der Untersuchungen über den Desinfektions-effekt eines thermischen Waschverfahrens mit und ohne besondere Zusätze soll ein Versuch mit dem von HARMSEN und BIEN (39) wiederentdeckten (45) Enzym-Wasch-verfahren mit fermentativer Wirkung angestellt werden. Diese Methode trägt im weitesten Umfange den unter I. K.) aufgestellten Forderungen für einen sicheren Desinfektionserfolg bei Keimumhüllung durch Ballaststoffe Rechnung. Auf die von der Firma Henkel für die Enzym-Wäscherei herausgegebenen Waschanleitung sei auf Seite 23/24 verwiesen. Die Zeit des Anheizens von  $+40^{\circ}\text{C}$  auf  $+85^{\circ}\text{C}$  zum Zwecke der Nachwäsche betrug 7 min 30 sec. Die übrige Versuchsanordnung entsprach grundsätzlich der des Sunlicht-Verfahrens.

Tab. 19

Waschprozeß unter Zusatz von Enzym 1500, Olitex sowie Teloplex und Nurple-Seifennadeln (3. Verschmutzungsgrad)

|                                     | Wäsche    |   |   |          |   |   | Flotte    |   |   |          |   |   |
|-------------------------------------|-----------|---|---|----------|---|---|-----------|---|---|----------|---|---|
|                                     | Kulturpl. |   |   | Bouillon |   |   | Kulturpl. |   |   | Bouillon |   |   |
|                                     | 1         | 2 | 3 | 1        | 2 | 3 | 1         | 2 | 3 | 1        | 2 | 3 |
| Vor dem Waschprozeß                 | +         | v | + | +        | + | + | -         | - | - | -        | - | - |
| Nach 15 min $+40^{\circ}\text{C}$ : | +         | + | + | +        | + | + | +         | + | v | +        | + | + |
| Nach der Vorwäsche                  | -         | - | v | -        | - | - | -         | - | - | -        | - | - |
| Nach der Klarwäsche                 | -         | - | - | -        | - | - | v         | - | v | -        | - | - |



Auch beim Enzym-Verfahren ist die Darstellung einer weiteren Tabelle für die Bouillonkulturen vermieden worden, da bei der Nachkontrolle keine abweichenden Ergebnisse erzielt wurden.

Tab. 19 ist dahingehend zu beurteilen, daß durch das zuletzt untersuchte Verfahren ein maximaler Desinfektionserfolg gewährleistet wird. Trotz umfangreicher Einbettung in verschiedene Ballaststoffe konnte kein pathogener Keim eine Temperatur von  $+ 85^{\circ}\text{C}$  bei einer Einwirkungsdauer von 15 min lebend überstehen. Das vorliegende Desinfektionswaschverfahren hat damit ebenso wie auch die Waschtechnik mit Sunex-Fettlöser-Nurpur bewiesen, daß es in der Lage ist, die Staphylokokken ihres schützenden Mantels aus eiweiß- und fetthaltigen Ballaststoffen zu berauben, sodaß eine sichere thermische Desinfektion stattfinden kann.

Am Schluß dieser zweiten Untersuchungsserie über die Desinfektion mit Staphylokokken-verunreinigten Waschgutes muß aber noch einmal darauf hingewiesen werden, daß die unter laboratoriumsmäßigen Bedingungen in vitro gewonnenen Ergebnisse nicht verallgemeinert und kritiklos auf die Praxis übertragen werden dürfen. Sie haben daher bei der Wahl eines Desinfektionswaschverfahrens einen mehr hinweisenden Charakter.

In den Versuchen über die Desinfektionswirkung von verschiedenen Waschsubstanzen bei mit Tuberkelbakterien (S. 17-33) bzw. Staphylokokken (S. 33-60) infiziertem Waschgut hat sich gezeigt, daß durch die gewöhnliche Seifenwaschung kein ausreichender Desinfektionseffekt erzielt werden kann. Wir glauben, wie auch in der Literatur vermutet wird, daß die hohe thermische Resistenz der untersuchten pathogenen Keime auf die Umhüllung mit organischem Ballastmaterial zurückzuführen



ist. Aus diesem Grunde haben wir versucht, in Blut und Eiter eingeschlossene Keime darzustellen. Nachdem zunächst Stoffproben in der erforderlichen Weise artifiziell verunreinigt worden waren, wurden von diesen nach Formalin-Fixierung und Paraffin-Einbettung histologische Schnitte von 25 bis 7,  $\mu$  Dicke hergestellt. Als pathogenes Material dienten Staphylokokken, die einmal vor der histologischen Verarbeitung und in einer anderen Serie erst nach der Herstellung der Mikrotomschnitte mit Methylenblau (70) angefärbt worden waren. Außerdem wurden Schmierpräparate vom stark verunreinigten Waschgut angefertigt. Da die Vermutung nahe liegt, daß die thermische Schutzwirkung weniger durch die Natur der Ballaststoffe als vielmehr durch eine Gas-schicht zwischen Keim und umhüllendem Material verursacht wird, wurden die Präparate bei der mikroskopischen Beobachtung gerade in dieser Hinsicht besonders sorgfältig untersucht. Sie ließen sich jedoch trotz Anwendung aller unserer mikroskopischen Beobachtungsmöglichkeiten in keinem Falle nachweisen.

Um überhaupt das Verhalten der größtenteils mit Ballaststoffen behafteten Keime gegenüber Textilfasern zu untersuchen, wurden bei stärkster Vergrößerung eines nach dem Abdruckverfahren (s. u.) gewonnenen Präparates photographische Aufnahmen hergestellt<sup>+)</sup> . Dabei konnte eine Stelle gefunden werden (s. Abb. 2), die gleichzeitig in und auf einer Textilfaser zum Teil mit Ballaststoffen umkleidete Keime erkennen läßt. Die Methodik des Abdruckverfahrens besteht darin, daß eine Probe des bakteriell infizierten und verunreinigten Waschgutes mit einem Hart-Klebstoff in innige Verbindung mit einem Objektträger gebracht wird.

-----  
+) Dafür sei auch an dieser Stelle unserem Laboranten, Herrn Br. Glückert besonders gedankt.



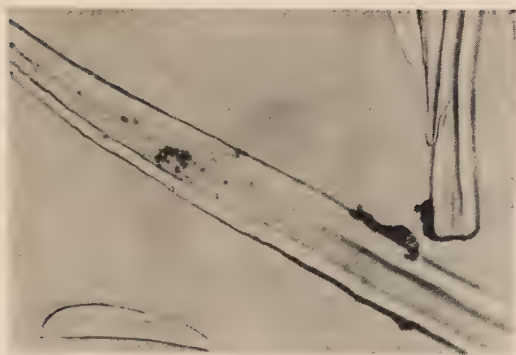


Abb. 2

Nach einer Einwirkzeit von 30 sec bei  $+ 25^{\circ}\text{C}$  wird das Gewebe entfernt, wobei der optisch inaktive, glasklare Klebstoff mit dem aufgelagerten Verschmutzungsmaterial zurückbleibt. Da auf Abb. 2 deutlich der Abdruck eines Faserzuges in diagonalen Richtung zu erkennen ist, müssen die frei zu beobachtenden Staphylokokken bei der Herstellung des Abdruckpräparates aus der Faser herausgerissen worden sein, während die stark mit organischen Ballaststoffen umkleideten Keime im rechten unteren Quadranten der Faser seitlich aufgelagert waren.





Abb. 3

Am Schluß der Arbeit soll die obenstehende Photographie (Br. Glückert) eine Darstellung der von uns verwandten laboratoriumsmäßigen "Waschapparatur" geben.

Rechts im Bilde sieht man den als Waschgefäß gewählten Fünf-Hals-Kolben. Die beiden größeren Öffnungen dienten zur Aufnahme des Rührwerkes bzw. als Einfüllstutzen. In zwei kleineren Hälsen steckten ein Kontakt- und ein Kontrollthermometer. Aus der letzten Öffnung wurden zu den angegebenen Zeiten mittels steriler Pipetten die Flottenproben entnommen.



Die ganze Apparatur wurde über eine Relaisschaltung in Gang gesetzt. Das Rührwerk, das Kontaktthermometer und der Heizpilz mit 3 - Stufen-Schaltung waren so miteinander gekoppelt, daß nach Erreichung der gewünschten Temperatur in der Waschflotte der Heizpilz über das Kontaktthermometer ausgeschaltet wurde, während die Stromversorgung des Rührwerkmotors nicht unterbrochen wurde. Zum Zwecke der Wäscheentnahmen ließ sich das Rührwerk isoliert ausschalten (weißer Schalter links oben auf der Schalttafel).

#### Diskussion:

Die in der vorliegenden Arbeit von uns erhobenen Befunde stehen im allgemeinen mit den in der Literatur festgestellten Ergebnissen in Einklang. Andererseits sind von uns

1. die Methodiken,
2. die Variationen bezüglich der Erschwerung der Versuchsbedingungen und
3. die Zahl der anzuwendenden Wirkstoffe

erweitert worden. Die Tatsache, daß in Ballaststoffen fixierte Keime durch thermische Desinfektionsmaßnahmen nicht voll erfaßt werden können, ist seit den Untersuchungen von UHLENHUTH, JÖTTEN und HAILER (86) bekannt. Dennoch bleibt in praxi, wie wir selbst feststellen konnten, diese experimentell erhobene und empirisch gewonnene Feststellung sehr häufig unberücksichtigt. Angesichts der auf immer weiterer Basis angewandten synthetischen Waschmittel schien uns daher die Frage von Bedeutung, als Repräsentant eines dieser Produkte auf seine Wirksamkeit im Rahmen der thermischen Wäschedesinfektion zu testen. Die von uns ver-



gleichsweise angesetzten Kontrollserien, nämlich die Durchführung eines analogen Waschprozesses des infizierten Waschgutes, welches mit unterschiedlichen Ballaststoffmengen beschickt worden war, zeigten bei unseren Versuchen mit Tuberkelbakterien (S. 17-33 ) das erwartete Ergebnis; die Versuchsserie mit den Staphylokokken (S. 33-60 ) hingegen brachte keinen absolut korrelierenden Befund. Es zeigte sich, daß die in den Ballaststoffen am Gewebe fixierten Staphylokokken unter gleichen Bedingungen wie die Tuberkelbakterien leichter abzutöten waren, obwohl sie, wie man auch aus den Angaben der Literatur bestätigt findet, im allgemeinen thermisch resistenter sind als das *Mycobacterium tuberculosis*. Es scheint also, daß innerhalb der verschiedenen Keimarten Resistenzunterschiede gegenüber dem thermischen Einfluß bestehen, die im Ballaststoff unter Umständen zu paradoxen Resultaten führen. Zusammenfassend läßt sich jedoch für die beiden von uns gewählten Keimarten sagen, daß sie im Ballaststoff durch Erhitzung im Wasser oder in gewöhnlicher Seifenlauge nicht abgetötet werden, wobei unter Berücksichtigung des oben Gesagten die Staphylokokken erst im Schutz stärkerer Ballaststoffmengen persistieren.

Von den Verfahren, die die Aufspaltung der Ballaststoffe vor dem eigentlichen Waschvorgang zum Ziele haben, ist, auf den Untersuchungen von RÖHM (45, 46) fußend, nach der Einführung von Waschenzym 1500 durch HARMSSEN und BIEN (42) die fermentative Aufbereitung das bekannteste. Der Grund hierfür ist vor allem in der Spezifität des Wirkungsmechanismus zu suchen, was seinerseits eine weitgehende Schonung des Waschgutes garantiert. Die mit den von uns verwandten synthetischen Waschmitteln erhobenen experimentellen Befunde entsprachen denen, die wir mit dem Enzym-



verfahren erzielten. Es gelang uns, mit beiden Waschverfahren selbst mit extremen Ballaststoffmengen behaftetes Staphylokokken-infiziertes Waschgut im Verlauf des vorgeschriebenen Waschvorganges vollkommen zu desinfizieren. Bei der Versuchsserie mit dem mit Tuberkelbakterien infiziertem Waschgut hingegen war beim Enzymverfahren noch ein positiver Befund zu erheben; nach der Inokulation des mit dem synthetischen oberflächenaktiven Waschmittel thermisch desinfizierten tuberkulös infizierten Waschgutes erkrankte kein Tier der Kontrollserie an Tuberkulose.

Da der von uns gewählten laboratoriumsmäßigen Versuchsanordnung besonders schwere Bedingungen zugrunde lagen, dürften beide Verfahren den meist günstigeren Anforderungen in praxi als Wäschedesinfektionsmaßnahmen gerecht werden.

### Zusammenfassung:

An Hand der einschlägigen Literatur werden die verschiedenen Desinfektionsverfahren bakteriell verunreinigter Wäsche besprochen, wobei insbesondere auf die Möglichkeiten der thermischen Desinfektion mit vorheriger Aufschließung der Ballaststoffe eingegangen wird. In eigenen Versuchen wird der Desinfektionseffekt gegenüber Waschgut, das mit Tuberkelbakterien und mit Staphylokokken infiziert ist, geprüft. Hierbei zeigt sich, daß beide Keimarten, soweit sie in Ballaststoffen fixiert am Gewebe haften, im Verlauf eines Waschprozesses mit gewöhnlichem Wasser oder Seifenlauge nicht abgetötet wird. Parallele Versuchsreihen mit der Verwendung von Waschenzym und synthetischen Eiweiß-Fettlösern als Vorbehandler brachten trotz extremer Ballaststoffverschmutzungen den zu fordernden desinfizierenden Effekt.



Nach Abschluß der experimentellen Untersuchungen und ihrer Auswertung ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. med. H. Klieve für die Überlassung des Arbeitsplatzes meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Herrn Oberarzt Privat-Doz. Dr. med. E. von Wasielewski bin ich für die Überlassung des Themas und für die vielen Hinweise und Anregungen während der Untersuchungszeit sehr zu Dank verpflichtet.



'Meine akademischen Lehrer waren:

in Münster:

Becher, Brettschneider, Caspers, Eichner, Erhardt,  
Fischer, Issel, Kappler, Klemm, Knoche, Lehnartz,  
Lerche, Menne, Micheel, Müller-Limmroth, Pauleik-  
hoff, Pieper, Rauen, Rensch, Roths Schuh, Schratz, Schütz,  
Strugger, v. Verschuer.

in Paris:

Brouet, Busser, Cauhépé, Coste, Dechaume, Delarne,  
Franquelle, Lenègre, Quénu, Scebat.

in Marburg:

Beckmann, Bock, Förster, Grill, Groß, Hamm, Hartmann,  
Hennis, Heuser, Hildebrandt, Hornung, Huber, Janke, Lang,  
Linneweh, Linzbach, Müller, Prinz, Schmid, Schwaiger,  
Schweckendiek, Siegert, Würterle.

in Tübingen:

Bader, Bauer, Beller, Bennhold, v. Brunn, Dick, Fischer,  
Fröhlich, Gohrbandt, Gottron, Harms, Heni, Hillmann,  
Hirschmann, Kiese, Koenig, Körber, Korting, Kossel,  
Kretschmer, Kreuz, Kröncke, Letterer, Mißmahl, Müller,  
Niedner, Nitschke, Pfleiderer, Probst, Pulewka, Rathcke,  
Reichenmüller, Roemer, Schubert, Schulte, Schwarz, Seitz,  
Tonutti, Volke, Winkler, Zeh.



## Lebenslauf

Am 7. November 1936 wurde ich, Wolfgang Rhaban Elmar Koberg, als Sohn des prakt. Zahnarztes Dr. med. dent. Friedrich Koberg und seiner Ehefrau Anna geb. Fehling zu Beckum Bez. Münster geboren. Ab Herbst 1944 besuchte ich die katholische Volksschule zu Beckum. Nach einer zweieinhalbjährigen Elementarschulzeit war ich von Ostern 1947 bis zum 3. 3. 1956 Schüler der altsprachlichen Abteilung des Städt. Gymnasiums zu Beckum. Nach bestandener Reifeprüfung studierte ich vom Sommersemester 1956 bis einschließlich Sommersemester 1958 an der Westfälischen-Wilhelms-Universität zu Münster Medizin und Zahnheilkunde. Durch eine ministerielle Sondererlaubnis wurde es mir ermöglicht, bereits im fünften Semester zur ärztlichen und zahnärztlichen Vorprüfung zugelassen zu werden. Beide Physika bestand ich am 30. Juli bzw. 15. August 1958 mit dem Gesamturteil "gut". Im Wintersemester 1958/59 studierte ich an der Universität von Paris im ersten klinischen Fachsemester Medizin und Zahnheilkunde. Im Sommersemester 1959 war ich an der Philipps-Universität in Marburg a. d. Lahn immatrikuliert. Für die Zeit der restlichen vier klinischen Semester beabsichtige ich die Eberhard-Karls-Universität in Tübingen zu besuchen, um dort das medizinische und zahnmedizinische Staatsexamen abzulegen.



## Literatur

1. Ahrens, W.: Untersuchungen zur Frage der Schädigung von Wäschefasern durch tuberculocide chemische Desinfektionsmittel.  
Arch. Hyg. 139, 305-313 (1955).
2. Albrecht, J.: Vorkommen und Verhütung luftübertragener Infektionen im Betrieb.  
Zbl. Arbeitsmed. 6/10, 231-234 (1956).
3. Arzt, G. H.: Die Verwendung von Enzym im modernen Desinfektions-Waschverfahren.  
Prakt. Desinfektor. 48/3, 33-36 (1956).
4. ders. Zur Frage der Desinfektion tuberkulös infizierter Wäsche mit Sagrotan.  
Städtehyg. 3/8, 214-216 (1952).
5. Baron, A.: Über Standardisierung von Wundtextilien. Forschungsber. Wirtschafts- u. Verkehrsministeriums Nordrhein-Westf. 84, 1-19 (1954).
6. Becker-Deil, L.: Zur chemischen Desinfektion von Wäsche und Sputum bei Tuberkulose.  
Diss. Mainz 1954.
7. Bergin, E.: Desinfektion bei Tuberkulose.  
Dtsch. Gesd.wes. 2, 636-641 (1947).
8. Bien, F.: Thermische Wäschedesinfektion.  
Anstaltsumschau 25, 217-221 (1956).
9. ders. Transport und Behandlung infektiöser Wäsche.  
Anstaltsumschau 26/3, 120-121 (1957).
10. ders. Vergleichs-Waschversuche in Anstaltswäschereien.  
Städtehyg. 3/8, 216-219 (1952).
11. ders. Die hygienische Reinigung und Desinfektion von Windeln.  
Krankenhaus 47/12, 480-482 (1955).



12. Blowers, R. : Control of wound infection in a thoracic surgery unit.  
Lancet 270/2, 786-794 (1955).
13. Board of health Report: Alleges disinfecting properties of Chlorine.  
zit. in McCulloch, E. s. Nr. 66.
14. Braun, H. u. G. Lebek : Desinfektion bei Tuberkulose am Krankenbett.  
Med. Mschr. Stuttgart 11/3, 162-170 (1957).
15. Brugsch, Th. : Über Hospitalismus und seine Bekämpfung.  
Münch. med. Wschr. 44, 1681-1689 (1958).
16. Burnus G. m. b. H. : Das biothermische Desinfektions-Waschverfahren, Enzym 1500.  
Darmstadt 1953, S. 8.
17. Clauberg, K. W. : Zur Frage der chemischen Desinfektion bei der Tuberkulose.  
Desinfektion u. Schädlingsbek. 36, 17-19 (1944).
18. Cook, J. and J. A. Parrish and R. A. Shooter : Acquisition of Staph. aureus by newborn babies in a hospital maternity department.  
Brit. Med. J. 74-76 (1958/I).
19. Darány, J. v. u. Des. Buzna : Über die Verwendung von Staphylococcen bei Desinfektionsversuchen.  
Z. Hyg. 105/3/4, 209 (1926). Budapest.
20. Davis, B. D. : Principles of sterilization.  
Philadelphia, Montreal, London 1948, S. 34.
21. Deutsches Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tbc. : Desinfektionsmaßnahmen bei Tuberkulose.  
Hannover 1955.



22. Deutsches Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tbc.: Desinfektionsmaßnahmen bei Tuberkulose. Nachtrag 3, Augsburg 1955.
23. Effenberger, H. u. K. Heicken: Wirtschaftliches Verfahren zur Wäschedesinfektion in Lungenheilstätten.  
Krankenhaus 46/1, 425-429 (1954).
24. Eugling, M.: Grundzüge der Hygiene.  
Wien 1947.
25. Eyer, H.: Desinfektion bei Tuberkulose.  
Dtsch. med. Wschr. 51, 1777 (1953).
26. Fleischer, L. u. S. Amster: Über den Einfluß des Mediums auf die Resistenz der Bakterien. (Desinfektionsversuche mit Hitze).  
Z. Hyg. 99/2, 209-220 (1923).
27. Forfar, J. O. and A. F. Maccabe: Masking and gowning in nurseries for the newborn infant; effect on staphylococcal carriage and infection.  
Brit. Med. J. 76-78 (1958/I).
28. Frobisher, M.: Fundamentals of Microbiology.  
Ed. 5, Philadelphia 1953, S. 216.
29. Gardner, A. D.: A standardized method of disinfecting infected blood clots.  
Medic. Microb. 1/2, 809, Amsterdam 1948.
30. Grün, L.: Zur Desinfektion in der Krankenhauspraxis.  
Krankenhaus 50/5, 185-188 (1958).
31. Grünenthal G. m. b. H.: Therapeutische Briefe. Zum Thema Hospitalismus. Notizen und Gedanken vom Chirurgenkongreß 1957 (Stolberg 1957).
32. dass. s. 31.  
Chirurgische Staphylokokkeninfekte und Antibiotica.



33. Grünenthal G. m. b. H. :  
Bakteriologisches zum Thema  
"Hospitalismus".
34. dass. s. 31.  
Die klinische Bedeutung der Staphylo-  
kokkensepsis unter besonderer Berück-  
sichtigung der Prophylaxe und Therapie.
35. Habs, H. : Desinfektion bei Tuberkulose.  
Beitr. Klin. Tbk. 88, 297-322 (1936).
36. Hailer, E. : Die Desinfektion mit Auswurf infi-  
zierter Wäsche.  
Beitr. Klin. Tbk. 92, 81-108 (1938).
37. Hallmann, L. : Bakteriologie und Serologie.  
Thieme-Verlag, Stuttgart 1950.
38. Harmsen, H. : Ein faserschonendes Verfahren zur  
sicheren Desinfektion tuberkulös infi-  
zierter Wäsche und des Waschwassers.  
Krankenhaus 45/9, 321-323 (1953).
39. ders. u. H. Arzt : Ein sicherer Weg zur Desinfektion  
infizierter Wäsche von Tuberkulose-  
und Infektionsstationen.  
Städtehyg. 4/3, 74-79 (1953).
40. ders. Neue Wege zur Behandlung von Infek-  
tionswäsche, insbesondere in Tuberku-  
loseheilstätten.  
Städtehyg. 4/12, 339-342 (1953).
41. ders. Sind chemische Desinfektionsmittel  
für die Wäschedesinfektion, insbeson-  
dere bei Tuberkulösen, entbehrlich?  
Med. Klin. 43, 1732-1734 (1954).
42. ders. u. H. Arzt u. F. Bien : Die Wäschedesinfektion:  
ein hygienisches, klinisches und tex-  
tilfachliches Problem.  
Krankenhaus 47/2, 60-63 (1955).
43. ders. u. H. Ostertag u. D. Rhode : Zur Wertbe-  
stimmung chemischer Desinfektions-  
mittel.  
Z. Hyg. 142, 38-69 (1955).



44. Harmsen, H. : Die Wäschedesinfektion in Krankenanstalten und Heilstätten.  
Städtehyg. 7/1, 12-13 (1956).
45. Heermann, P. : Die neuzeitliche Enzymwäscherei und ihre Bedeutung.  
Zschr. Krkh. wes. 22/14, 431-433 (1927).
46. ders. Fortschritte auf dem Gebiete der Wäscherei.  
Zschr. Krkh. wes. 22/5, 136-139 (1927).
47. Heicken, K. : Entwurf einer Desinfektionsanweisung bei Tuberkulose.  
Desinfektion 42/6/7, 57-64 (1950).
48. ders. Vorschläge zur Normung der Wertbestimmungsmethoden chemischer Desinfektionsmittel und zur Zulassung für die amtlich vorgeschriebenen Desinfektionen.  
Desinfektion 42/8, 76-79 (1950).
49. ders. Zur Frage der Desinfektion tuberkulös infizierter Wäsche mit Sagrotan.  
Städtehyg. 4/3, 72-73 (1953).
50. ders. u. H. Effenberger u. W. Patten :  
Ist die thermische Wäschedesinfektion ein Problem für die Praxis?  
Krankenhaus 47/8, 295-297 (1955).
51. ders. Desinfektion und Sterilisation im Krankenhaus.  
Prakt. Desinfektor 50/6, 81-85 (1958).
52. Jötten, K. W. u. H. Reploh : Zur Frage der Herabsetzung der zur Wäschedesinfektion gebräuchlichen Konzentration der Entkeimungsmittel.  
Arch. Hyg. 127, 145-149 (1941).
53. Karhoff, B. : Überprüfung der Wirksamkeit des Enzym-1500-Verfahrens an mit Tuberkelbakterien verschmutzter Wäsche.  
Städtehyg. 5/8, 195-197 (1954).



54. Kliewe, H. : Desinfektion, Sterilisation und Entwesung in ihrer Bedeutung für die Seuchenbekämpfung.  
Aus: Gundel, M. : Die ansteckenden Krankheiten. 2. Aufl. Leipzig, 956-980 (1942).
55. ders. Desinfektion und Sterilisation. Fiat review of German science (Naturforschung und Medizin in Deutschland 1939 - 1946).  
Abt. Hyg. Bd. 67.
56. ders. Desinfektion und Sterilisation.  
Aus: Esmarch's hygienisches Taschenbuch.  
Berlin - Heidelberg 1950.
57. ders. Leitfaden der Entseuchung und Entwesung.  
Stuttgart 1951.
58. ders. u. J. Albrecht: Infektionsprophylaxe auf geburtshilflichen- und Säuglingsstationen.  
Münch. med. Wschr. 48, 1645-1648 (1956).
59. ders. u. Th. Lammers: Keimtötende Eigenschaften des Äthylenoxydes.  
Prakt. Desinfektor 5, 51-52 (1956).
60. Konrich, F. : Die bakterielle Keimabtötung durch Wärme.  
Stuttgart 1938.
61. Lammers, Th. : Mündliche Mitteilung.
62. ders. u. R. Gewalt: Ein neues Sterilisationsverfahren mit gespanntem Äthylenoxyd.  
Z. Hyg. 114, 350-358 (1958).
63. Lange, L. : Zur Frage der Hitzebeeinflussung von Tuberkelbakterien.  
Zbl. Bakter. I. Orig. 144, 361-368 (1929).
64. Liebermeister, K. : Die Desinfektion bei Tuberkulose.  
Med. Mschr. 9, 541-548 (1955).
65. Marx, R. u. J. Böger: Wäschedesinfektion bei Tuberkulose in der Krankenhauspraxis.  
Krankenhaus 47/8, 295-297 (1955).



66. McCulloch, E. : Disinfection and sterilization.  
2.Ed. 69-147, Philadelphia 1946.
67. McEntegart, M. G. : Dangerous contaminants in  
stored blood.  
Lancet 271/2, 909-911 (1956).
68. Medizinisches Periskop Ingelheim:  
Staphylokokkenträger, 8, 26 (1958).
69. Meyn, A. : Die Tiefenkultur des Tuberkuloseerregers  
und ihre diagnostische Bedeutung.  
Z. Hyg. 131, 472-481 (1950).
70. Müller, R. : Medizinische Mikrobiologie.  
4., Berlin - München 1950.
71. Nopitsch, M. : Textilien und pathogene Bakterien.  
Melliand. Textilber. 34, 644-645, 752-753,  
852-854 (1953).
72. Ostertag, H. : Zum Problem der Desinfektionsmittel-  
prüfung.  
Desinfektion 12, 115-120 (1950).
73. Patten, W. : Zur Frage der Homogenisierung infek-  
tiöser Sputen beim Waschvorgang.  
Krankenhaus 47/1, 13-15 (1955).
74. ders. Die Wäscherei. Reinigung und Desinfektion  
von Windeln.  
Krankenhaus 49/11, 413-415 (1957).
75. Reploh, H. : Untersuchungen über die bei der Wäsche-  
desinfektion notwendigen Konzentrationen der  
Entkeimungsmittel.  
Prakt. Desinfektor 34, 56-58 (1942).
76. ders. Hygienische Probleme des Waschens.  
Wäscherei -technik und -chemie.  
Juni 1955, 385-388.
77. ders. Die Beeinflussung des Keimgehalts durch  
den Waschprozeß.  
Wäscherei -technik und -chemie. Juli 1957,  
482-486.



78. Schäfermeier, H. : Hygienisches Waschen von Infektionswäsche in einer Universitätsklinik.  
Städtehyg. 7/1, 9-11 (1956).
79. Schällibaum, R. : Die Stalldesinfektion bei Tuberkulose.  
Diss. Zürich 1955.
80. Schoenherr, K. E. : Ein Beitrag zur Frage der chemischen Desinfektion tuberkulös infizierter Wäsche.  
Arch. Hyg. 138, 515-521 (1954).
81. ders. : Zur Frage der chemischen Wäschedesinfektion bei Tuberkulose.  
Prakt. Desinfektor. 48/6, 85-87 (1956).
82. Schreiber, W. : Wäschedesinfektion bei Tuberkulose, ein Rückblick und neue Versuche mit Sagrotan.  
Zschr. Immunit. forsch. 74, 78-92 (1932).
83. Setz, M. : Der Wäschereibetrieb des Krankenhauses.  
Gesd.-Ing. 60, 204-207 (1937).
84. Steinitz, F. : Die Beseitigung und Desinfektion des phthisischen Sputums.  
Z. Hyg. 38, 118-151 (1901).
85. Stüpel, H. : Laboratoriumswaschversuche mit synthetischen Rohstoffen und Waschmitteln. I. Vergleich künstlicher Beschmutzungsarten an bekannten Testgeweben.  
Fette u. Seifen 54/3, 143-147 (1952).
86. Uhlenhuth, P. u. K. W. Jötten u. E. Hailer : Über die Desinfektion des tuberkulösen Auswurfs.  
Med. Klin. 17/10, 273-276 (1921).
87. ders. : Zur Frage der Sputum- und Wäschedesinfektion bei Tuberkulose unter Berücksichtigung von Versuchen mit neuen, seifenfreien und geruchlosen Desinfektionsmitteln.  
Arch. Hyg. 131, 88-103 (1943).



88. Walter, E.: Fortschritte und Entwicklung auf dem  
Wäschereigebiet.  
Festschrift: Chemisch. Reinigung und  
Färberei. 59-67, Hannover 1955.
89. Wantia, J.: Wäschedesinfektionsversuche mit seifen-  
freien Mitteln.  
Arch. Hyg. 128, 139-144 (1942).
90. Weiland, P.: Die chemo-thermische Desinfektion der  
tuberkulös infizierten Wäsche.  
Krankenhaus 48/4, 148-151 (1956).
91. ders. Die Wäschedesinfektion bei Tuberkulose-  
kranken.  
Prakt. Desinfektor. 48/3, 37-39 (1956).





